

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JEY MARINHO DE ALBUQUERQUE

FATORES ECOLÓGICOS E OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES NA FLORESTA
OMBRÓFILA MISTA, EM SISTEMA FAXINAL

CURITIBA
2015

JEY MARINHO DE ALBUQUERQUE

FATORES ECOLÓGICOS E OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES NA FLORESTA
OMBRÓFILA MISTA, EM SISTEMA FAXINAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Manejo Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler

Co-orientadores: Prof. Dr. Luciano F. Watzlawick
Prof. Dr. Solon Jonas Longhi

CURITIBA
2015

Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR
Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Albuquerque, Jey Marinho de

Fatores ecológicos e ocorrência de espécies na floresta ombrófila mista, em sistema faxinal / Jey Marinho de Albuquerque. – 2015
93 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler

Coorientadores: Prof. Dr. Luciano F. Watzlawick

Prof. Dr. Solon Jonas Longhi

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 17/04/2015.

Área de concentração: Manejo Florestal

1. Comunidades vegetais - Paraná. 2. Sistema faxinal. 3. Mapeamento florestal. 4. Análise multivariada. 5. Teses. I. Koehler, Henrique Soares. II. Watzlawick, Luciano F. III. Longhi, Solon Jonas. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.182.3



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER

Defesa nº. 1116

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Jey Marinho de Albuquerque* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**FATORES ECOLÓGICOS E OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em MANEJO FLORESTAL.



Dr. Rafaelo Balbinot

Universidade Federal de Santa Maria
Primeiro examinador



Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Universidade Estadual do Centro Oeste
Segundo examinador



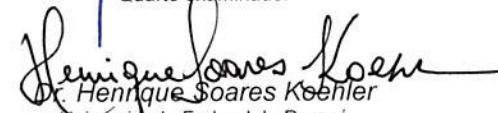
Dr. Sonia Maria Kurchaidt

Universidade Estadual do Centro-Oeste - Unicentro
Terceiro examinador



Dr. Pyramon Accioly

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Quarto examinador



Dr. Henrique Soares Koehn

Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 17 de abril de 2015.



Antonio Carlos Batista

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

AGRADECIMENTOS

Agradecimento é o sentimento de principal importância dentro da realização deste trabalho. Acredito que seria impossível a evolução do ser sem que houvesse, direta ou indiretamente, a participação de outros.

Por isso agradeço a todos os envolvidos direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho:

À Deus por estar ao meu lado me iluminando e presente nos mais difíceis momentos da vida.

A meus pais que sempre me apoiaram, incentivando-me a estudar e valorizando sempre as vitórias por mim alcançadas.

A minha família que constitui o meu sentido de vida nas figuras de minha esposa Raquel e minha filha Brenda.

Ao meu orientador Prof. Dr. Henrique Soares Koehler, agradeço pelos grandes ensinamentos, a dedicação e atenção oferecida.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick, pelas sugestões e ensinamentos na realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Solon Jonas Longhi, pela ajuda e incentivo na realização deste projeto.

Ao meu amigo Anderson Janiski, pela ajuda em todas as etapas do trabalho de campo. E a todos aqueles que de uma forma ou de outra participaram da minha caminhada.

MUITO OBRIGADO!!!

RESUMO

O Sistema Faxinal é uma forma de produção tradicional, característica da região Centro-Sul do Estado do Paraná, onde predomina a Floresta Ombrófila Mista. No último século este sistema sofreu uma drástica redução de sua área, surgindo assim a necessidade de gerar conhecimento acerca da estrutura dos remanescentes dessa formação, a fim de auxiliar na elaboração e planejamento de novas técnicas que permitam conservar e utilizar racionalmente este recurso. O presente estudo teve como objetivo desenvolver uma proposta de classificação de uma área de Floresta Ombrófila Mista sob Sistema Faxinal. Para tanto foi aplicada a Análise Multivariada, utilizando Análise de Agrupamentos para classificar a vegetação em grupos florísticos e Correspondência Canônica para relacionar as espécies com alguns fatores ambientais. A área de estudo corresponde a um fragmento de floresta de 509 ha, onde foram implantadas 50 unidades amostrais permanentes com 500 m². Para avaliar a composição florística foram mensuradas todas as árvores com circunferência a altura do peito maior que 31,5 cm. Com base na Análise de Agrupamentos obtiveram-se dois grupos florísticos, sendo: grupo 1 composto de 38 unidades amostrais, ocupando cerca de 325,76 ha, onde foram catalogados 973 indivíduos em 73 espécies, com destaque para a espécie *Curitiba prismatica*, com valor de importância de 42,8%; e o Grupo 2 ocupando uma área de 183,24 ha, onde foram catalogados 547 indivíduos arbóreos distribuídos em 69 espécies, com destaque para a *Campomanesia xanthocarpa* com valor de importância de 27,8%. A partir dos dois grupos formados foi aplicada a técnica de Correspondência Canônica com base na presença de espécies e fatores ambientais em cada unidade amostral. Para o grupo 1 obteve-se três eixos de ordenação que explicaram 14,4% da variância, sendo que neste, a Profundidade do Solo foi o fator ambiental que mais contribuiu para a distribuição das espécies. Para o grupo 2, os três eixos de ordenação explicaram 43,8% da variância, enquanto que neste o Índice de Área Foliar foi o que mais contribuiu para a distribuição das espécies. A Análise de Agrupamento mostrou-se eficiente em detectar a variação na cobertura vegetal da área de estudo e identificar grupos florísticos distintos, bem como a Correspondência Canônica possibilitou detectar quais fatores ambientais apresentaram maior relação com as espécies em cada grupo formado.

Palavras-chave: Análise Multivariada, Floresta Ombrófila Mista, Sistema Faxinal.

ABSTRACT

The Faxinal System is a form of traditional production, characteristic of South-Central region of Paraná State, dominated by Araucaria Forest. In the last century this system suffered a drastic reduction in their area, thus resulting in the need to generate knowledge about the structure of the remnants of this training in order to assist in the preparation and planning of new techniques to rationally conserve and use this feature. This study aimed to develop a proposal for classification of an area of Araucaria Forest in Faxinal System. For this was the Multivariate Analysis applied using cluster analysis to classify the vegetation in floristic groups and Canonical Correspondence to list the species with some environmental factors. The study area corresponds to a fragment of 509 ha of forest, which were established 50 permanent sample plots with 500 m². To evaluate the floristic composition were measured every tree circumference with the height of the breast larger than 31.5 cm. Based on cluster analysis yielded two floristic groups: Group 1 consists of 38 sampling units, occupying about 325.76 ha, where they were cataloged 973 individuals in 73 species, notably the *Curatiba prismatica* species, with value the importance of 42.8%; and Group 2 with an area of 183.24 ha, where they were cataloged 547 individual trees distributed in 69 species, notably the *Campomanesia xanthocarpa* with importance value of 27.8%. From the two groups formed was applied to Canonical Correspondence technique based on the presence of species and environmental factors in each sample unit. For group 1 was obtained three axes ordering that explained 14.4% of the variance, and in this, the soil depth was the environmental factor that most contributed to the distribution of species. For group 2, the three axes of ordination explained 43.8% of the variance, while this leaf area index was the largest contributor to the distribution of species. A cluster analysis was efficient in detecting the variation in vegetation cover of the study area and identify distinct floristic groups, and the Canonical Correspondence possible to detect which environmental factors were more closely related species formed in each group.

Keywords: Multivariate Analysis, Araucaria Forest, Sistema Faxinal.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO FAXINAL MARMELEIRO DE BAIXO NO MUNICÍPIO DE REBOUÇAS - PR.....	28
FIGURA 02	DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES PERMANENTES DELIMITADAS NA ÁREA DE ESTUDO.	30
FIGURA 03	INSTAÇÃO DE UMA UNIDADE AMOSTRAL PERMANENTE NO FAXINAL MARMELEIRO DE BAIXO	31
FIGURA 04	LEVANTAMENTO DE DADOS EM CADA UNIDADE AMOSTRAL PERMANENTE NO FAXINAL MARMELEIRO DE BAIXO	32
FIGURA 05	DENDROGRAMA (CLUSTER) APRESENTANDO OS GRUPOS 1 E 2.....	41
FIGURA 06	APARELHO IMAGEADOR DO DOSSEL DA FLORESTA.....	61
FIGURA 07	COLETA DE DADOS DE ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF) E ÂNGULO MÉDIO DA FOLHA (AMF), EM CADA UNIDADE AMOSTRAL	62
FIGURA 08	DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 1 - 2, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 1.....	67
FIGURA 09	DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 2 - 3, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 1.....	69
FIGURA 10	DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 1 - 3, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 1.....	70
FIGURA 11	DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 1 - 2, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 2.....	74
FIGURA 12	DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 2 - 3, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 2.....	75
FIGURA 13	DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 1 - 3, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 2.....	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	RELAÇÃO DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBROFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL	42
TABELA 2	CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS FORMADOS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL	46
TABELA 3	FITOSSOCIOLOGIA DO GRUPO 1 FORMADO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL	46
TABELA 4	FITOSSOCIOLOGIA DO GRUPO 2 FORMADO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL	50
TABELA 5	FLORÍSTICA E ÍNDICES DE DIVERSIDADE PARA A ÁREA EM ESTUDO - GRUPOS 1 E 2.....	54
TABELA 6	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS TRÊS EIXOS DE ORDENAÇÃO DO GRUPO 1	64
TABELA 7	AUTOVALORES E VARIÂNCIAS PARA OS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA NO GRUPO 1.....	65
TABELA 8	TESTE DE MONTE CARLO PARA AS CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS PARA O GRUPO 1	65
TABELA 9	RELAÇÃO DAS 10 ESPÉCIES SELECIONADAS POR VALOR DE IMPORTÂNCIA, NO GRUPO 1.....	66
TABELA 10	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS TRÊS EIXOS DE ORDENAÇÃO DO GRUPO 2	71
TABELA 11	AUTOVALORES E VARIÂNCIAS PARA OS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA NO GRUPO 2.....	72
TABELA 12	TESTE DE MONTE CARLO PARA AS CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS PARA O GRUPO 2.....	72
TABELA 13	RELAÇÃO DAS 10 ESPÉCIES SELECIONADAS POR VALOR DE IMPORTÂNCIA, NO GRUPO 2.....	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	15
1.2 REVISÃO DE LITERATURA	15
1.2.1 Floresta Ombrófila Mista	15
1.2.2 Análise Multivariada	19
1.2.2.1 Análise de Agrupamentos	21
1.2.2.2 Correspondência Canônica	23
3.2.3 Fatores bióticos e abióticos	25
3.2.3.1 Índices de área foliar (IAF) e ângulo de médio de área foliar (AMF)	25
3.2.3.2 Estrutura física e química do solo	26
1.3 MATERIAL E MÉTODOS	27
1.3.1 Caracterização da área de estudo	27
1.3.2 Coleta de Dados.....	29
1.3.2.1 Implantação das unidades amostrais	29
2 GRUPOS FLORÍSTICOS ESTABELECIDOS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL	33
2.1 INTRODUÇÃO	35
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	36
2.2.1 Análise Fitossociológica	37
2.2.2 Análise de Agrupamento	37
2.2.3 Análise da composição florística e fitossociológica dos grupos formados ...	39
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
2.3.1 Análise de Agrupamento	40

2.3.2 Composição florística e fitossociológica dos grupos formados	42
2.3.2.1 Grupo 1	46
2.3.2.2 Grupo 2	50
2.3.3 Diversidade Florística	53
2.4 CONCLUSÕES	54
3 FATORES ECOLÓGICOS NA OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL	56
3.1 INTRODUÇÃO	58
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	59
3.2.1 Parâmetros de luminosidade.....	60
3.2.2 Análise físico-química do solo	62
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
3.3.1 Grupo 1	63
3.3.2 Grupo 2	71
3.4 CONCLUSÕES	77
4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	78
4.1 CONCLUSÕES	78
4.2 RECOMENDAÇÕES	79
APÊNDICES	81
REFERÊNCIAS.....	84

1 INTRODUÇÃO GERAL

Dentre as diferentes regiões fitogeográficas do Sul do Brasil, destaca-se a região da Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta com Araucária (IBGE, 2012), a qual cobria originalmente cerca de 200.000 km² do território nacional, ocorrendo nos Estados do Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e em manchas esparsas no sul do Estado de São Paulo (3%), adentrando até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (CARVALHO, 1994).

Até o início deste século grande parte da cobertura florestal original do sul do Brasil era formada por esta fitofisionomia florestal, com predomínio do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), que forma um estrato dominante e contínuo acima de 30 metros de altura, podendo ocorrer indivíduos emergentes acima de 40 metros (RODERJAN et al., 2002). O processo de colonização, exploração madeireira e expansão das áreas agrícolas conduziram à progressiva redução destas florestas. Accioly (2013), por meio de geoprocessamento, mapeou e quantificou os remanescentes florestais arbóreos do Estado do Paraná definindo que as florestas com araucárias remanescentes representavam, até a data do referido estudo, cerca de 32,62 % de sua área de ocorrência natural.

O desconhecimento de técnicas de manejo adequado da floresta como recurso natural, bem como a busca de benefícios em curto prazo, são as principais causas de sua destruição. A consequência torna-se claramente percebível pela escassez de matéria-prima na região sul, já que, considerável parte da indústria madeireira passou a se abastecer de madeira oriunda de florestas plantadas.

Presentes na região onde predomina a Floresta Ombrófila Mista encontram-se os Faxinais ou Sistema Faxinal, caracterizado por comunidades caboclas miscigenadas com as comunidades de imigração européia. Segundo Chang (1988), a fundação de povoados pelos caboclos e fixação dos colonos na ocupação destas áreas, ocorreu devido à importância econômica da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) na época.

Apesar de constituir parte expressiva da realidade agrícola e ambiental do Estado do Paraná em termos históricos, social e de produção econômica, o Sistema Faxinal é pouco conhecido pela sociedade e órgãos ambientais,

constatando-se uma deficiência em termos de pesquisa, conhecimento técnico e conservação ambiental.

Há, portanto, a necessidade de buscar técnicas de manejo e conservação do solo, manutenção e recomposição da vegetação, que permitam o uso adequado dos recursos naturais, sem causar problemas ao ecossistema, bem como buscar soluções para recuperação dessas unidades degradadas.

Para a recomposição da vegetação há necessidade de estudos visando conhecer os seus diferentes aspectos, principalmente florísticos e fitossociológicos, bem como os relacionados à sua dinâmica e adaptabilidade. Desta forma, o estudo da vegetação é importante não só para a Taxonomia Vegetal e Fitogeografia, mas também no âmbito de pesquisa aplicada e de gestão, principalmente como subsídios à preservação de táxons, conservação do ambiente e interpretação do potencial de uso da terra.

O conhecimento das funções das comunidades ou dos grupos ecológicos existentes, como a produção primária e secundária, as relações autoecológicas, bem como as trocas na estrutura, na composição e no padrão espacial são importantes para o manejo das florestas e tratamentos silviculturais. A vegetação, por ser o componente do ecossistema mais facilmente reconhecível, é usada com frequência para delimitar unidades ecológicas homogêneas. A esse respeito, os estudos da vegetação concentram-se na classificação dos tipos fitossociológicos e sua distribuição geográfica. Para tanto, utiliza-se a vegetação para identificar e definir os limites dos sistemas ecológicos ou de zonas uniformes de uma região. Serve, assim, como marco para o planejamento de atividades produtivas, para determinação de unidades ecológicas de interesse particular e para tomada de decisão sobre o uso dos resultados das pesquisas a toda unidade homogênea e a todas as zonas de características similares.

A fitossociologia é um ramo da geobotânica que se ocupa do estudo da composição, desenvolvimento, distribuição geográfica e relações ambientais das comunidades de plantas. A análise da estrutura fitossociológica permite aludir sobre a gênese e adaptações das espécies, sua inter-relação com as outras espécies e o ambiente, bem como a dinâmica atual e possibilidades de seu futuro desenvolvimento e sua diversidade (UBIALLI, 2007).

Há, atualmente, a necessidade de explicar o comportamento da vegetação como um sistema dinâmico e, para isso, estimula-se a discussão a respeito do

estabelecimento de modelos de comportamento. Na busca de um modelo há a necessidade do emprego de métodos quantitativos, que permitam a comparação dos resultados. Assim, atualmente as pesquisas direcionaram-se na aplicação de estatísticas multivariadas aos estudos da vegetação, visando obter técnicas e modelos matemáticos de análise e interpretação.

Para que a Floresta com Araucárias sejam efetivamente conservadas e coloquem à disposição do homem todos os seus benefícios diretos e indiretos, é necessário gerar conhecimento acerca da estrutura dos remanescentes, como estudos fitossociológicos que possam auxiliar na elaboração de técnicas de manejo, permitindo a conservação desses recursos.

Assim, procurou-se classificar a vegetação do Faxinal Marmeleiro de Baixo em grupos fitossociológicos por meio de técnicas estatísticas multivariadas, bem como analisar e caracterizar os grupos resultantes de acordo com os fatores ambientais presentes na área.

Dessa forma esta tese foi estruturada em três capítulos. No primeiro são apresentados os aspectos gerais da pesquisa – a definição dos objetivos, o embasamento teórico, a descrição da área de estudo e a coleta de dados. No segundo é aplicada a técnica de Análise de Agrupamento, e são explorados os aspectos gerais da comunidade vegetal arbórea estudada em cada grupo, bem como sua diversidade e composição fitossociológica. No terceiro capítulo são explorados os aspectos ecológicos das espécies arbóreas da floresta por meio de Correspondência Canônica, especificamente a correlação entre as espécies e alguns fatores ambientais da área.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Investigar a existência de grupos florísticos da vegetação arbórea e a correlação entre os fatores ambientais e as espécies existentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal.

1.1.2 Objetivos específicos

- Aplicar a Análise de Agrupamento para verificar a existência de grupos florísticos ou estratos homogêneos da vegetação arbórea;
- Determinar as associações florísticas em cada grupo por meio de Análise Fitossociológica;
- Determinar a relação entre as espécies representantes de cada grupo e alguns fatores ambientais, com uso de Análise de Correspondência Canônica;
- Investigar a influência dos fatores ambientais na distribuição das espécies em cada grupo.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Floresta Ombrófila Mista

Conhecida também como mata com araucária, a Floresta Ombrófila Mista é um tipo de vegetação do Planalto Meridional, uma unidade fitogeográfica onde se contemplam a coexistência de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), com marcada relevância fisionômica de elementos Coniferales e Laurales, onde predomina o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) Araucariaceae, espécie gregária de alto valor econômico e paisagístico IBGE (2012).

Segundo IBGE (2012); Accioly (2013), o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), é a espécie característica da Floresta Ombrófila Mista, que ocorre nos Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, ao sul do estado de São Paulo, e também, em manchas isoladas nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Na América do Sul ocorre na Província de Misiones na Argentina e

Oeste do Paraguai. Os mesmos autores afirmam que o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) forma o estrato superior, com sua copa verde escura, formando uma cobertura muito diferenciada.

Esta unidade, no Estado do Paraná, distribui-se no primeiro, segundo e terceiro planaltos, ocorrendo também na região dos campos na forma de capões ou em vale de rios. Nessa região as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, mas com médias de temperatura mais baixas e ocorrência regular de geadas, o que permite uma série de modificações tanto na composição das florestas como no seu funcionamento (FERRETTI et al., 2006).

A flora arbórea desta unidade é superior a 350 espécies, sendo que no Estado do Paraná, estima-se que esse número seja superior a 200 espécies, com 40% de endemismo e originalmente com predomínio do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) no dossel (RODERJAN et. al., 1993; IBGE, 2012).

De acordo com Roderjan et al. (2002); IBGE (2012), são identificadas quatro formações da Floresta Ombrófila Mista: aluvial (em terraços antigos associados à rede hidrográfica), submontana (constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 m), Montana (situada aproximadamente entre 400 e 1000 m de altitude), e alto-montana (compreendendo as altitudes superiores a 1000 m).

Segundo o IBGE (2012), a faixa altitudinal de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista Montana se situa entre 400 e 1000 m de altitude. No entanto, alguns autores, como Roderjan et al. (2002) e Accioly (2013), argumentam que as comunidades típicas dessa formação ocorrem em altitudes superiores a 800 m de altitude. Abaixo desta faixa de altitude há o início da transição entre a Floresta Ombrófila Mista Montana e a Floresta Ombrófila Densa (no leste) ou a Floresta Estacional Semidecidual (no oeste). Na Floresta Ombrófila Mista Montana o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) forma um estrato dominante e contínuo, onde diferentes espécies ocorrem associadas, sendo comum a imbuia (*Ocotea porosa*), canela-guaicá (*Ocotea puberula*), canela-lageana (*Ocotea pulchella*) (Lauraceae), pimenteira (*Capsicodendron dinisii*) (Canellaceae), pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*) (Podocarpaceae), erva-mate (*Ilex paraguariensis*) (Aquifoliaceae), cedro (*Cedrela fissilis*) (Meliaceae), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) (Myrtaceae), miguel-pintado (*Matayba elaeagnoides*) (Sapindaceae), sapopema (*Sloanea lasiocoma*) (Elaeocarpaceae), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) (Tiliaceae), bracatinga (*Mimosa scabrella*)

(Mimosaceae), jacarandá (*Dalbergia brasiliensis*) (Fabaceae), carobinha (*Jacaranda puberula*) (Bignoniaceae). Nos estratos inferiores são comuns inúmeros representantes de Myrtaceae, notadamente dos gêneros *Myrcia*, *Eugenia*, *Calypttranthes* e *Gomidesia*, acompanhados de Flacourtiaceae (*Casearia* e *Xylosma*), Sapindaceae (*Allophylus* e *Cupania*), Rutaceae e Aquifoliaceae (RODERJAN et al., 2002).

A Floresta Ombrófila Mista Altomontana ocupa uma superfície pouco expressiva no Estado do Paraná, geralmente encontrada acima de 1200 m s.n.m. Fisionomicamente são similares às montanhas, no entanto pelo rigor climático, possuem menor diversidade florística (RODERJAN et al., 2002; ACCIOLY, 2013).

A Floresta Ombrófila Mista Aluvial corresponde às florestas ripárias, ou também denominadas de florestas ciliares ou de galeria, que se desenvolvem as margens de rios que percorrem terrenos de geomorfia plana até suave-ondulada, muitas vezes fazendo limite com regiões de várzeas. A fisionomia é estruturalmente caracterizada por uma densidade elevada de indivíduos médios e pequenos, com o dossel variando entre 10 e 20 m de altura. Podem apresentar diferentes graus de desenvolvimento, desde comunidades simplificadas pelo grau de hidromorfia dos solos, como Gleissolos e Fluvissolos, onde o branquilha (*Sebastiania commersoniana*) é a espécie mais característica, até associações mais complexas, em que o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) tem participação expressiva na fisionomia, geralmente associada à aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), vacum (*Allophylus edulis*), murteira (*Blepharocalyx salicifolius*), tarumã (*Vitex megapotamica*) e menos frequentemente o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e salgueiro (*Salix humboldtiana*) no estrato superior.

São comuns nos estratos inferiores camboim (*Myrciaria tenella*), guamirim-branca (*Myrceugenia euosma*), guamirim-facho (*Calypttranthes concinna*) e embira (*Daphnopsis racemosa*) (RODERJAN et al., 2002). Segundo o IBGE (2012), ocupa sempre os terrenos aluvionares situados nos flúvios das serras costeiras ou dos planaltos, dominada pelo pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), associada a ecótipos que variam de acordo com as altitudes dos flúvios. No sul do Brasil a floresta aluvial é constituída principalmente pelo pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) no estrato superior e açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) e murteira (*Blepharocalyx salicifolius*) no estrato emergente.

Accioly (2013) relata que acompanhando as planícies sedimentares recentes, sujeitas as periódicas inundações, ocorre à formação aluvial da Floresta Ombrófila Mista. Nela, o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) geralmente se encontra associado com branquilha (*Sebastiania commersoniana*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), murteira (*Blepharocalyx salicifolius*), corticeira-do-brejo (*Erythrina crista-galli*), tarumã (*Vitex megapotamica*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), salgueiro (*Salix humboldtiana*), aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*) e diversas outras Mirtáceas.

A Floresta Ombrófila Mista ocupava originalmente uma área de aproximadamente 20 milhões de hectares e, devido à grande exploração ao longo dos anos, esta área foi bastante reduzida (FUPEF, 2001). Grande parte das áreas remanescentes são constituídas por unidades de conservação, dentre as quais se enquadram as Áreas Especiais de Uso Regulamentado (ARESUR) que compreendem as áreas de Faxinais, as quais ocuparam, em seu auge, um quinto do território paranaense (MARQUES, 2004).

A forma de produção do Sistema Faxinal concilia as atividades de subsistência, baseada na agricultura familiar, com atividades agrossilvipastoris e a conservação ambiental, incluindo a proteção do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) que juntamente com a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) caracterizam a vegetação local, hoje, com remanescentes extremamente ameaçados (PARANÁ, 1997); (MARQUES, 2004). Com relação à vegetação dos Faxinais na região Centro-sul do Estado do Paraná, em alguns estudos realizados como os de Albuquerque (2009); Watzlawick et al., (2011); Fernandes (2014); Mazon (2014), constata-se o predomínio das famílias Myrtaceae, Lauraceae, Salicaceae, Sapindaceae, Aquifoliaceae, com destaque para as espécies murta (*Curitiba prismatica*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), pitanga (*Eugenia uniflora*), batinga (*Eugenia hiemalis*), imbuia (*Ocotea porosa*), canela-imbuia (*Nectandra megapotamica*) canela-guaica (*Ocotea puberula*) guaçatunga-vermelha (*Casearia obliqua*) cafezeiro-do-mato (*Casearia sylvestres*), guaçatunga-grauda (*Casearia lasiophylla*), guaçatunga (*Casearia decandra*), miguel-pintado (*Matayba elaeagnoides*), murteira (*Blepharocalyx salicifolius*), vacum (*Allophylus edulis*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e cauna (*Ilex theazans*).

Com relação a regeneração natural da Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal observa-se o predomínio das espécies murta (*Curitiba prismatica*),

cafezeiro-do-mato (*Casearia sylvestris*) e guaçatunga-vermelha (*Casearia obliqua*). Constata-se a ausência ou uma baixa expressividade de algumas espécies típicas dessa fisionomia florestal, pertencentes principalmente às famílias Lauraceae como a imbuia (*Ocotea porosa*), canela-sassafráz (*Ocotea odorifera*), canela-pimenta (*Ocotea diospyrifolia*) canela-imbuia (*Nectandra megapota mica*), canela-amarela (*Nectandra lanceolata*); Euphorbiaceae como o leiteiro (*Sapium glandulosum*); Sapindaceae como o miguel-pintado (*Matayba elaeagnoides*); Fabaceae - Mimosoidea como a bracatinga (*Mimosa scabrella*); Lamiaceae como o tarumã (*Vitex megapota mica*), entre várias outras (ALBUQUERQUE, 2009; GOMES et al., 2010; ALBUQUERQUE et al., 2011; MORO e LIMA, 2012).

1.2.2 Análise Multivariada

A Análise Multivariada consiste em um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais muitas variáveis são medidas simultaneamente em cada elemento amostral. As variáveis são correlacionadas entre si e quanto maior o número de variáveis mais complexa torna-se a análise por métodos de estatística univariada (MINGOTI, 2005).

Embora historicamente o uso de métodos multivariados esteja relacionado a trabalhos de Psicologia, Ciências Sociais e Biológicas, graças ao avanço da tecnologia computacional e ao número de *softwares* estatísticos com módulos de Análise Multivariada implementados, estes métodos têm sido aplicados a um grande universo de áreas distintas, inclusive a engenharia (LONGHI, 1997; MINGOTI, 2005; BAKKE et al., 2008).

Na área florestal um dos primeiros trabalhos empregando a Análise Multivariada foi o de Longhi (1980), o qual utilizou técnicas de agrupamento e análise discriminante em estudos de vegetação. A partir de então vários outros métodos foram utilizados para a caracterização de comunidades vegetais, os quais levam em consideração a composição florística e os parâmetros fitossociológicos.

No Brasil autores como Batista (1990), Da Croce (1991), Aubert e Oliveira Filho (1994), Longhi (1997), Felfili (1998), Gomide et al. (2005), Rivera (2007) e Kurchaidt (2014) empregaram técnicas multivariadas para análises de vegetação.

Batista (1990) utilizou a Análise Multivariada para estudar o planejamento de extensão florestal. Da Croce (1991) empregou a técnica para uma caracterização espacial e fitossociológica de uma área de floresta com araucária no Estado de Santa Catarina. Aubert e Oliveira Filho (1994) utilizaram a Análise Multivariada para determinar se existem gradientes na estrutura da vegetação do sub-bosque em plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. Longhi (1997) empregou a técnica para uma Análise Fitossociológica de comunidades florestais em uma floresta com araucária no Estado do Rio Grande do Sul. Felfili (1998) empregou a Análise Multivariada para determinar padrões de distribuição de espécies em uma mata de galeria no Brasil Central. Utilizou TWINSpan (two way species indicator analysis) para efetuar uma classificação das espécies em função das parcelas em que estas ocorrem, e das parcelas em função das espécies que nelas ocorrem e empregou DECORANA (detrended correspondence analysis – DCA) que é uma análise de correspondência por segmentos para efetuar a ordenação. Gomide et al. (2005) também empregaram esta técnica de ordenação com variáveis geoclimáticas e uma matriz florística quantitativa utilizando um índice de valor de cobertura.

Para desenvolver uma proposta para o ordenamento do território da Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Rivera (2007) utilizou Análise Multivariada, com o objetivo de Investigar possíveis correlações entre meio físico e produção em área basal de comunidades arbóreas nos diferentes locais da reserva florestal.

Kurchaidt (2014) aplicou a Análise Multivariada em dados biométricos de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, com o intuito de verificar o comportamento das variáveis fitossociológicas da floresta no período de 1995 a 2010.

Outros estudos ecológicos entre estrutura florestal relacionada com fatores topográficos e solos, utilizando Análises Multivariadas, mais difundidos são os de Botrel et al., 2002; Fagundes, 2003; Martins et al., 2003; Souza et al., 2003; Oliveira Filho et al., 2004; Carvalho et al., 2005; Pinto et al., 2005.

1.2.2.1 Análise de Agrupamentos

A Análise de Agrupamento é uma técnica multivariada amplamente utilizada para diversos fins em ciência florestal (FONSECA e RODRIGUES, 2000; SCUDELLER et al., 2001; MARTINS et al., 2003; SOUZA et al., 2003; FERRAZ et al., 2004; SANTOS et al., 2004; ARAÚJO et al., 2004). A Análise de Agrupamento tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, as unidades amostrais em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos (CRUZ e REGAZZI, 1994; JOHNSON e WICHERN, 2002). Várias são as técnicas de agrupamento encontradas na literatura (MARDIA et al., 1997), das quais o pesquisador tem que decidir qual é a mais adequada ao seu propósito, uma vez que as diferentes técnicas podem levar a diferentes soluções.

As técnicas de agrupamento podem ser hierárquicas ou não-hierárquicas (CORMACK, 1971). A técnica hierárquica consiste em uma série de sucessivos agrupamentos ou sucessivas divisões de elementos, em que os elementos são agregados ou desagregados. A técnica não-hierárquica foi desenvolvida para agrupar elementos em K grupos, em que K é a quantidade de grupos definida previamente. As técnicas hierárquicas são as mais amplamente difundidas (SIEGMUND et al., 2004) e envolvem basicamente duas etapas. A primeira se refere à estimação de uma medida de similaridade ou dissimilaridade entre os indivíduos e, a segunda, à adoção de uma técnica de formação de grupos (SANTANA e MALINOVSKI, 2002).

Um grande número de medidas de similaridade ou de dissimilaridade tem sido proposto e utilizado em Análise de Agrupamento, sendo a escolha entre elas baseada na preferência e na conveniência do pesquisador (BUSSAB et al., 1990). Com a definição da medida de dissimilaridade a ser utilizada, a etapa seguinte é a adoção de uma técnica de agrupamento para formação dos grupos (SOUZA et al., 1997).

As técnicas de agrupamento exigem de seus usuários a tomada de uma série de decisões independentes, que requerem o conhecimento das propriedades dos diversos algoritmos à disposição e que podem representar diferentes agrupamentos. Além disso, o resultado dos agrupamentos pode ser influenciado

pela escolha da medida de dissimilaridade, bem como pela definição do número de grupos (GOWER e LEGENDRE, 1986; JACKSON et al., 1989; DUARTE et al., 1999).

Para Halkidi et al. (2001), nenhum algoritmo atende a todos esses requisitos desejados, por isso, é importante entender as características de cada algoritmo para a escolha de um método adequado a cada tipo de dado ou problema. A maioria dos métodos de Análise de Agrupamento requer uma medida de similaridade entre os elementos a serem agrupados, normalmente expressas como uma função de distância ou função métrica.

Dentre os trabalhos que utilizaram o método de Análise de Agrupamento destacam-se o de Longhi (1997), em comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo (RS), e análise de espécies indicadoras – TWINSpan (TWo-way INdicator SPecies ANalysis) utilizada por Araujo et al. (2004), na Floresta Estacional Decidual Aluvial em Cachoeira do Sul (RS).

Ribeiro (2004) utilizou técnicas de Análise de Agrupamentos utilizando o programa TWINSpan para determinar os agrupamentos florísticos da vegetação arbórea e a Análise de Correspondência Canônica para a determinação dos fatores ecológicos limitantes para a ocorrência das espécies indicadoras dentro dos grupos. Araujo et al. (2004) classificou espécies em grupos ecológicos e, com base nos dados de densidade, realizou uma Análise de Agrupamento utilizando o método TWINSpan. Os agrupamentos foram caracterizados em relação a sua estrutura horizontal.

Albuquerque et al. (2006) utilizou técnicas de Análise de Agrupamentos em Minas Gerais, propondo uma sistemática para o estudo e a interpretação da estabilidade dos métodos em Análise de Agrupamento, através de vários algoritmos de agrupamento em dados de vegetação.

Santos (2014) utilizou Análise de Agrupamento para uma avaliação florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista Montana urbana em Curitiba.

1.2.2.2 Correspondência Canônica

De acordo com Hair Jr. et al. (2009), a Análise de Correspondência Canônica (ACC) é um modelo estatístico multivariado que facilita o estudo de inter-relações entre conjuntos de múltiplas variáveis dependentes e múltiplas variáveis independentes. Esse método é largamente utilizado em estudos florísticos por possibilitar, de forma relativamente simples, a correlação entre espécies com fatores ambientais, podendo fornecer subsídios para explicar a ocorrência de espécies de acordo com as características do meio.

Problemas em ecologia de comunidades muitas vezes requerem a inferência de relações espécie-ambiente a partir de dados da composição da comunidade e medições de habitats associados. Os dados típicos para tais problemas consistem de dois conjuntos: dados sobre a ocorrência ou abundância de um número de espécies de uma área e os dados de uma série de variáveis ambientais medidos nos mesmos locais (GAUCH e WENTWORTH, 1976; GITTINS, 1985).

Para Hill e Gauch (1980), o mérito de análise de correspondência neste contexto é que remove dependências não lineares entre eixos e demonstra ser uma técnica eficiente para extrair um ou mais eixos de ordenação (TER BRAAK, 1985).

Segundo Ter Braak (1986) a Análise de Correspondência Canônica é uma técnica Multivariada com gradiente direto, em que um conjunto de espécies está relacionado diretamente com um conjunto de variáveis ambientais. Esta técnica identifica uma base ambiental para a ordenação de comunidade pela detecção de padrões de variação na composição das comunidades, que podem ser melhor explicadas pelas variáveis ambientais.

De acordo com Ter Braak et al. (1986), as ordenações por Análise de Correspondência Canônica permitem que as correlações espécie-ambiente dos três primeiros eixos sejam relativamente altas, de maneira que as variáveis ambientais medidas sejam suficientes para explicar grande parte da variação.

Floss (2011) destaca que existem muitos trabalhos em fitossociologia, mas poucos utilizam Análises Multivariadas com correlação entre fatores ambientais e abundância de espécies. Em meio aos poucos trabalhos fitossociológicos com

Correspondência Canônica utilizando abundância das espécies arbóreo e fatores ambientais na região sul, pode-se citar os de Narvaes (2004), Ribeiro (2004), Gomes (2005), Budke et al. (2007), Kanieski (2010) e Meyer Jr (2014).

Narvaes (2004) utilizou Análise de Correspondência Canônica em área de Floresta Ombrófila Mista para avaliar a magnitude dos fatores ambientais responsáveis pela formação de grupos ecológicos e estabelecimento de espécies. A ordenação das unidades amostrais e das espécies provou que existe um nítido gradiente topográfico influenciando a formação de microhabitats, e o consequente estabelecimento de algumas espécies com demandas ecofisiológicas adaptadas a tais ambientes, sendo que o gradiente topográfico, juntamente com a declividade, são responsáveis pela alteração do grau de umidade, evidenciando a importância desses fatores ecológicos na formação de microhabitats.

Na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Ribeiro (2004) utilizou Análise de Correspondência Canônica para avaliar a relação dos fatores ambientais responsáveis pela formação de grupos ecológicos, encontrando como fatores ecológicos relevantes para o desenvolvimento das espécies a umidade do solo, Inclinação do Terreno, Profundidade do Solo, cor do solo, quantidade de pedra e densidade do sub-bosque.

Também na Flona de São Francisco de Paula, Gomes (2005) determinou os fatores ecológicos limitantes para a ocorrência das espécies indicadoras dentro de grupos determinados pela Análise de Agrupamento, por meio de Análise de Correspondência Canônica. A análise mostrou quais os fatores ecológicos são determinantes para a formação dos grupos ecológicos, juntamente com suas espécies preferenciais e indicadoras, provando ser uma técnica importante na análise da correlação das variáveis ambientais com as espécies.

Kanieski (2010) utilizou Análise de Correspondência Canônica para correlacionar diversidade e características ambientais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.

Meyer Jr (2014) utilizou Análise de Correspondência Canônica em duas áreas sob a Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal para determinar quais fatores ambientais tem maior influência sobre a ocorrência de espécies herbáceas.

3.2.3 Fatores bióticos e abióticos

3.2.3.1 Índices de área foliar (IAF) e ângulo de médio de área foliar (AMF)

A literatura afirma que em regiões de floresta de mata densa a penetração da radiação é bastante difícil. Assim, Ross (2010) discute que a distribuição e a orientação espacial dos elementos vegetais são relevantes à penetração de radiação no sistema, pois processos seletivos semelhantes aos ocorridos na atmosfera também ocorrem quando a radiação penetra em uma cobertura vegetal.

Conforme Leitão (1994), a quantidade de radiação absorvida, transmitida e refletida pela vegetação difere para cada tipo de dossel. Isto é explicável, pois cada comunidade vegetal tem suas peculiaridades (como altura e distribuição das plantas dentro do dossel, inclinação, tamanho e coloração das folhas), além das condições de exposição e do tipo de solo.

De acordo com Leitão (1994), o regime de radiação dentro de dosséis vegetais exibe considerável variabilidade espacial, temporal e, dependendo da densidade foliar do dossel, o fluxo de radiação solar diminui à medida que penetra na cobertura vegetal.

O regime de radiação solar no interior de uma cobertura vegetal resulta de uma série de interações entre a radiação incidente e os elementos vegetais, especialmente a orientação e distribuição das folhas (com suas características óticas: reflexão e transmissão). Para a estimativa da radiação solar especificamente no interior de vegetação densa, a partir da inversão de modelos, é necessário o conhecimento prévio do índice área foliar (IAF) existente nos diversos níveis entre o solo e o topo da cobertura (MARQUES FILHO, 1997).

Shuttleworth et al. (1984) afirmaram que a radiação solar que alcança o chão da floresta apresenta valores extremamente pequenos quando comparados com aqueles observados acima da floresta (da ordem de 1% do valor obtido no topo da vegetação). Entretanto, Januário et al. (1992), avaliando o comportamento da radiação em floresta tropical afirmaram que o valor que alcança o solo (chão da floresta) é de aproximadamente 5% da radiação solar no topo da vegetação, para uma área aberta adjacente.

Segundo Ross (2010), a estimativa do Índice de Área Foliar, no que diz respeito a estudos de penetração de radiação em floresta, é importante pois este parâmetro tem capacidade de fornecer informações associadas à distribuição da cobertura foliar ao longo de uma área vegetal. Entretanto, os métodos denominados diretos utilizados para estimativa do Índice de Área Foliar normalmente são destrutivos e trabalhosos. Existem hoje métodos indiretos para estimativa de Índice de Área Foliar de fácil interpretação, e que tem como base medidas de penetração de radiação solar na vegetação.

3.2.3.2 Estrutura física e química do solo

Segundo Andrade et al. (1995), a variação espacial da produção de biomassa vegetal está intimamente relacionada com as características físicas e químicas do solo, determinando grandes alterações na composição botânica, na nutrição das plantas e, conseqüentemente, na produtividade.

Conforme Guerra et al. (1999), em uma área com cobertura florestal a água da chuva é interceptada pelo dossel das árvores reduzindo parcialmente sua energia cinética, e posteriormente passa pelos galhos até atingir a vegetação herbácea, em seguida a serrapilheira (fortemente presente, principalmente pela deposição de folhas do remanescente florestal) e finalmente a energia é novamente dissipada pela liteira depositada no solo. Esse processo minimiza o efeito da erosão e dessa forma a capacidade de drenagem do solo da floresta é maior e mais eficiente pela sua habilidade de alterar positivamente a porosidade do solo e, conseqüentemente, a sua permeabilidade e o armazenamento da água.

A perda da qualidade física do solo reduz a porosidade, interfere diretamente na disponibilidade de água e oxigênio, interferindo no desenvolvimento das plantas (TORMENA et al., 1998). O aumento da densidade do solo, da resistência à penetração e da redução da macroporosidade tem como consequência a redução na condutividade e acúmulo de água no solo, comprometendo a infiltração de água e a penetração das raízes, aumentando a susceptibilidade à erosão. Além disso a serrapilheira constitui uma importante fonte de matéria orgânica e de nutrientes para o solo, resultando em aumento da produção de matéria seca e melhoria na

qualidade da floresta, incrementando os teores de nitrogênio e Potássio (RADOMSKI e RIBASKI, 2012).

A disponibilização de nitrogênio está diretamente relacionada à relação carbono/nitrogênio do material depositado sobre o solo (PAIVA, 2006). Assim, conforme Carvalho e Xavier (2000), a arquitetura e as características do componente arbóreo terão grande influência sobre a disponibilidade de nitrogênio e outros nutrientes no solo sob sistema silvipastoril. Esse aumento nos teores de nitrogênio está relacionado à expansão foliar, e em compostos de cadeia mais curta, contendo maior proporção de aminoácidos (TAIZ e ZIEGER, 2013). Pode-se acrescentar às características da serrapilheira a capacidade de reduzir a temperatura do solo (GUERRA et al., 1999; VALERI, 2003; SILVA, 2013).

A presença do componente arbóreo ajuda na estabilização e estruturação do solo e aumenta a permanência da água no sistema. Da mesma forma Müller et al. (2004) afirma que uma das vantagens mais conhecidas dos sistemas agroflorestais é sua capacidade de conservação e manutenção da fertilidade do solo, explorando-o em grande volume, atingindo camadas que os cultivos agrícolas não o fazem.

1.3 MATERIAL E MÉTODOS

1.3.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo encontra-se no município de Rebouças situado no “Segundo Planalto Paranaense”, o qual se apresenta como um grande patamar intermediário entre os grandes planaltos paranaenses, constituído de sedimentos antigos do Paleozóico (Devoniano), onde o relevo predominante varia de suave ondulado a ondulado (EMBRAPA, 2006).

O clima de acordo com a classificação climática de Köppen, é Cfb. Trata-se do clima subtropical úmido mesotérmico, com verões secos, frescos,

temperatura média do mês mais quente inferior a 18°C, com geadas severas e frequentes, sem estação seca definida, (IBGE, 2012).

O tipo de solo predominante, de acordo com EMBRAPA (2006), trata-se de uma associação de Cambissolo háplico Distrófico úmbrico, e um Argissolo vermelho-amarelo distrófico úmbrico, com relevo suave ondulado de vertentes curtas.

A vegetação natural existente nesta área corresponde a uma das mais características do Bioma Mata Atlântica, conhecida como Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária.

O foco central deste trabalho corresponde a um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal no município de Rebouças, denominado Faxinal Marmeleiro de Baixo, apresentado na Figura1.



FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO FAXINAL MARMELEIRO DE BAIXO NO MUNICÍPIO DE REBOUÇAS - PR.

Fonte: O autor (2015)

A referida área encontra-se cadastrada a partir do ano de 1997, no Instituto Ambiental do Paraná - IAP, como Área de Uso Regulamentado – ARESUR,

reconhecida formalmente como Unidade de Conservação, sendo então incluída no Cadastro Estadual de Unidades de Conservação (CEUC).

O histórico da área consta de mais de um século de uso da floresta para extrativismo de produtos madeireiros (lenha, mourões, madeira em tora) e produtos não madeireiros como a erva-mate, estratos vegetais (medicina alternativa), frutos (pitanga, guabiroba, jaboticaba, cereja, entre outros) e sementes principalmente o pinhão, além do pastoreio de animais (bovinos, equinos, caprinos, suínos, entre outros) nas áreas de floresta. O Faxinal Marmeleiro de Baixo localiza-se na Colônia Marmeleiro de Baixo, a qual possui uma área de 1.524 ha, distante 15 quilômetros da sede do Município, a uma altitude média de 890 metros. O criadouro comunitário ativo contido dentro da referida localidade corresponde a 509 ha, onde vivem aproximadamente 580 pessoas, distribuídas em 145 famílias as quais possuem suas propriedades distribuídas na área de floresta.

1.3.2 Coleta de Dados

Os dados utilizados nesta pesquisa são provenientes de um inventário realizado no ano de 2012, com a implantação de 50 unidades permanentes (parcelas) no Faxinal Marmeleiro de Baixo, com o intuito de avaliar o estado atual da Floresta Ombrófila Mista Montana em Sistema Faxinal e promover o desenvolvimento de novas e modernas técnicas de manejo da floresta.

1.3.2.1 Implantação das unidades amostrais

Para o planejamento de todo trabalho primeiramente foram utilizadas imagens do Google Earth, a partir das quais foi elaborado um croqui com quadriculado de 200 x 200 metros, conforme Figura 2, distribuído pelo processo de distribuição sistemática, referenciado pelo sistema de coordenadas UTM.

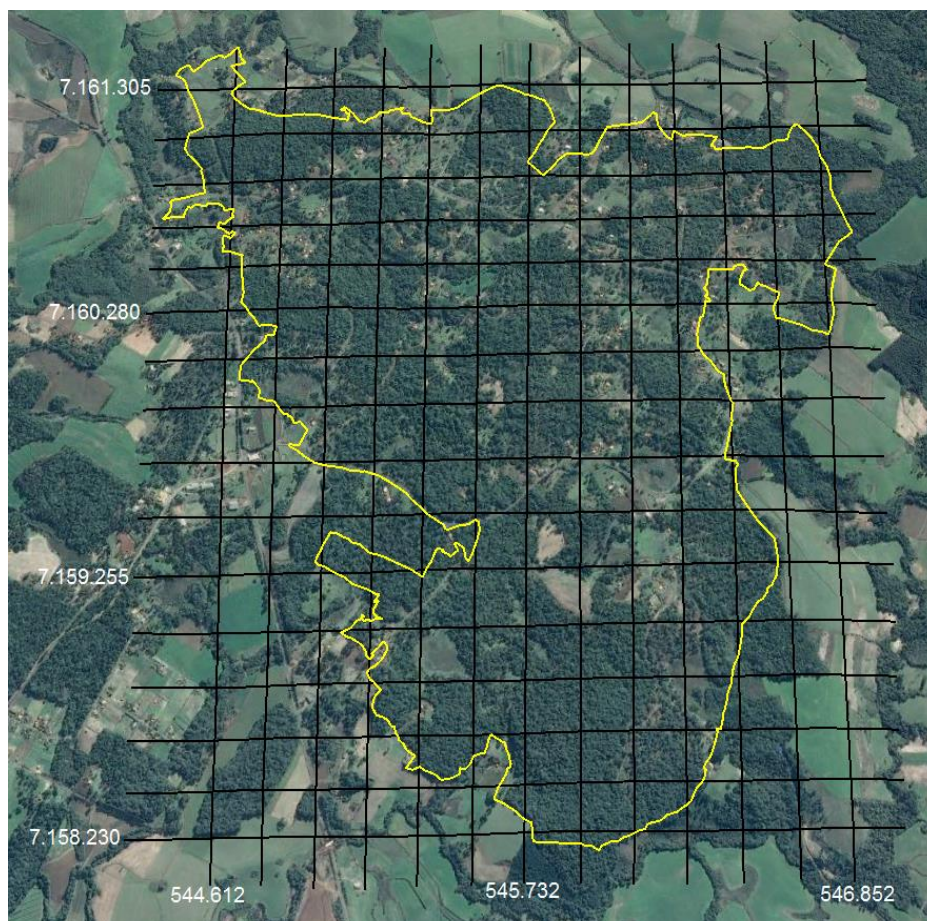


FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES PERMANENTES DELIMITADAS NA ÁREA DE ESTUDO.

Fonte: O autor (2015)

A partir do croqui da área, com o auxílio de um GPS, foi realizada a marcação dos pontos onde foram instaladas as unidades amostrais. A partir do ponto inicial cada unidade amostral foi instalada com seu comprimento (50 m) trançado no sentido norte-sul, e sua largura (10 m) no sentido leste-oeste. Desta forma, a partir do ponto inicial de cada unidade amostral, com o auxílio de uma trena, foi demarcada uma linha de 50 m no sentido norte-sul, partindo-se do ponto inicial da unidade amostral, estendendo-se para o norte. Posteriormente, partindo-se do ponto de entroncamento, demarcou-se uma linha de 10 m no sentido leste, unindo as duas linhas perpendiculares, formando um retângulo de 500 m² (10 m de lado x 50 m de comprimento). Obteve-se um total de 122 unidades amostrais potenciais, das quais apenas 50 delas foram instaladas, obedecendo os critérios

de que a unidade amostral não deve ser instalada em estradas, em quintais ou residências, lagos ou áreas inundadas.

Os limites de cada unidade amostral permanente foram demarcados com estacas de madeira (50 cm), dispostas a 10 m uma da outra, delimitando assim uma unidade amostral de 500 m² (10 m x 50 m) subdividida em 5 subunidades menores de 100 m² (10 m x 10 m), conforme demonstrado na Figura 3.

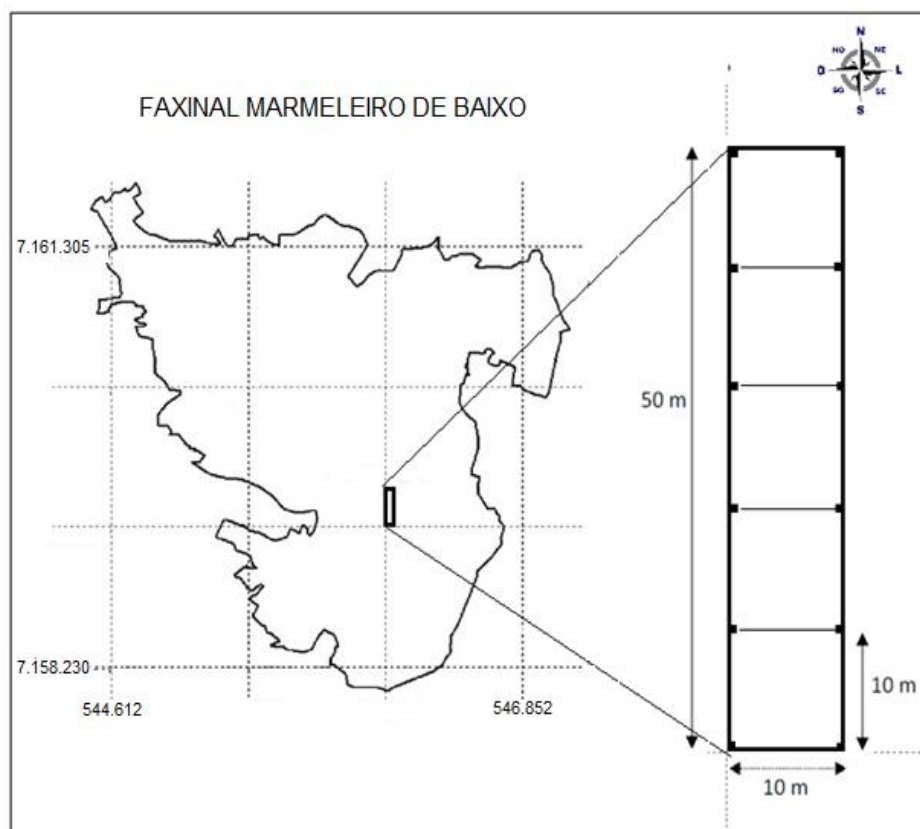


FIGURA 3 - INSTAÇÃO DE UMA UNIDADE AMOSTRAL PERMANENTE NO FAXINAL MARMELEIRO DE BAIXO.

Fonte: O autor (2015)

Dentro de cada unidade amostral foi medido com fita métrica a circunferência à altura do peito (CAP) de todos os indivíduos com CAP $\geq 31,4$ cm, que corresponde ao diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10 cm, marcando-se o ponto de medição do diâmetro com uma placa de metal fixada no local de medição. Cada árvore recebeu uma plaqueta numerada de forma

sequencial (nº - ano) em cada uma das unidades amostrais, com a finalidade de identificar cada árvore, bem como identificar o local de medição.

Para fins do levantamento todas as árvores tiveram as seguintes informações registradas em uma planilha: nome da espécie; número da árvore dentro da unidade amostral; circunferência à altura do peito (CAP) à 1,3 m da altura do tronco e coordenadas X, Y de cada árvore dentro da unidade amostral, conforme Figura 4.

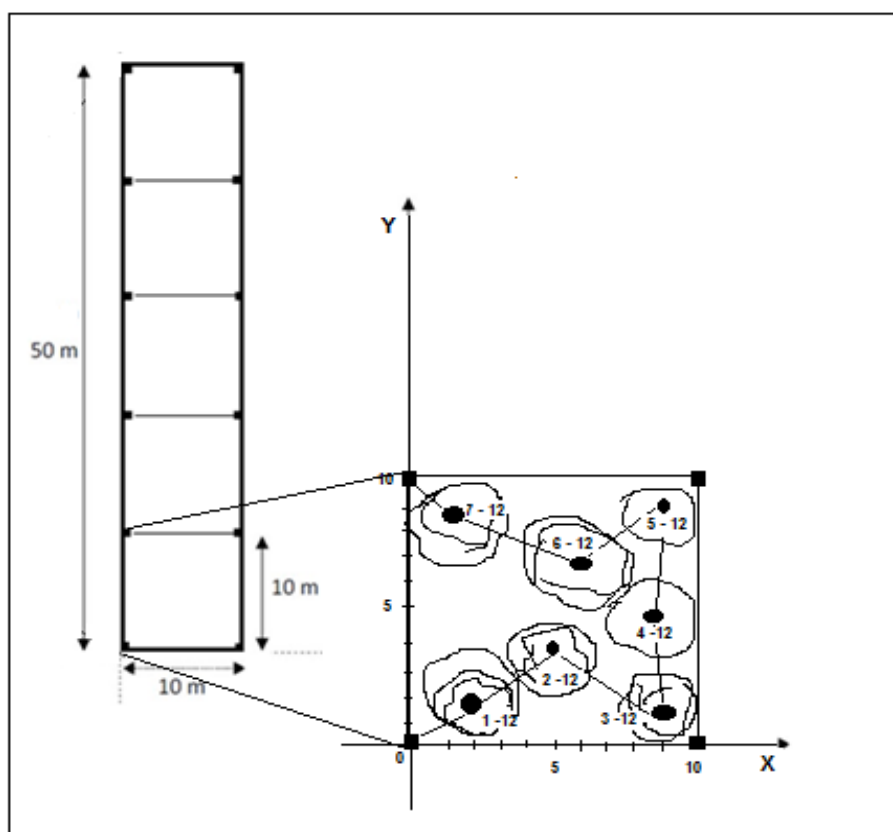


FIGURA 4 - LEVANTAMENTO DE DADOS EM CADA UNIDADE AMOSTRAL PERMANENTE NO FAXINAL MARMELEIRO DE BAIXO.

Fonte: O autor (2015)

A classificação botânica foi feita de acordo com nomenclatura do Angiosperm Phylogeny Group III (APG III), de Chase e Reveal (2009), em nível de espécie, e os nomes populares conforme Sistema de Identificação Online (SIDOL) SAURESSIG (2012).

2 GRUPOS FLORÍSTICOS ESTABELECIDOS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL

RESUMO

Este estudo teve como objetivo investigar a existência de grupos florísticos ou estratos homogêneos da vegetação arbórea por meio de Análise de Agrupamento em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal. Os dados utilizados foram coletados por meio de um inventário florestal implantado na localidade Faxinal Marmeleiro de Baixo, Rebouças-Pr, com uma área de 509 ha, onde foram instaladas 50 unidades amostrais permanentes de 500 m² (10 m x 50 m), distribuídas pelo método de amostragem sistemática, onde os indivíduos arbóreos com circunferência a altura do peito igual ou superior a 31,4 cm foram medidos e identificados. As unidades amostrais com similaridade quanto aos índices de diversidade de espécies foram agrupadas formando 2 grupos distintos, utilizando-se Análise de Agrupamento. O Grupo 1, envolvendo 38 unidades amostrais, representou 64 % da área, onde foram catalogados 973 indivíduos distribuídos em 73 espécies, com destaque para a espécie *Curitiba prismatica* que apresentou o maior valor de importância de 42,80 %. O Grupo 2, com 12 unidades amostrais, representou 36 % da área, onde foram catalogados 547 indivíduos arbóreos distribuídos em 69 espécies, com destaque para *Campomanesia xanthocarpa* com valor de importância de 27,80 %. O Grupo 1, apresentou diversidade em número de espécies e a maior dominância, enquanto que o Grupo 2 apresentou maior riqueza de espécies.

Palavras-chave: Análise de Agrupamento, Fitossociologia, Diversidade florística.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the existence of floristic groups or homogeneous strata of trees through Cluster Analysis in a fragment of Araucaria Forest System Faxinal. The data were collected through a forest inventory deployed in Faxinal Marmeleiro de Baixo, Rebouças, with an area of 509 ha, which were installed 50 permanent sample plots of 500 m² (10 mx 50 m), distributed by the method systematic sampling, where individual trees with circumference at breast height less than 31.4 cm were measured and identified. The sampling units with similarity as to species diversity indices were grouped to form two distinct groups, using Cluster Analysis. Group 1, involving 38 sampling units, accounted for 64% of the area where they were cataloged 973 individuals in 73 species, highlighting the *Curitiba prismática* species that had the highest importance value of 42.80%. Group 2, with 12 sampling units, represented 36% of the area where they were cataloged 547 individual trees distributed in 69 species, especially *Campomanesia xanthocarpa* with importance value of 27.80%. Group 1 presented diversity in number of species and the largest dominance, while Group 2 had higher species richness.

Keywords: Agupamento Analysis, Phytosociology, floristic diversity.

2.1 INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) é uma unidade fitoecológica pertencente ao bioma Mata Atlântica que ocorre exclusivamente no planalto meridional brasileiro, local do “clímax climácico” desta formação florestal (IBGE, 2012). No Brasil, a Floresta Ombrófila Mista ocupava originalmente uma área de cerca de 200.000 km² da superfície territorial. Desse total, cerca de 40% desta fitofisionomia ocorria na superfície do Estado do Paraná, 31% em Santa Catarina, 25% no Rio Grande do Sul e em manchas esparsas no sul de São Paulo (3%), adentrando-se até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%), incluindo-se ainda pequenos remanescentes no extremo nordeste da Argentina, na província de Misiones e na região leste do Paraguai, no departamento de Alto Paraná (CARVALHO, 1994; SAWCZUK et al., 2012).

Entre os séculos XIX e XX ocorreu uma grande redução das áreas ocupadas pela Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil devido a exploração madeireira, principalmente do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) e de espécies associadas como a imbuia (*Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso) e espécies não madeireiras como o xaxim (*Dicksonia sellowiana* Hook.), tendo as áreas florestadas sido gradativamente substituídas por áreas agrícolas (BACKES, 2001; REIS et al., 2007). De acordo com Higuchi et al. (2012), outra fonte de perturbação recorrente, além da retirada de madeira, é a utilização de remanescentes de Floresta Ombrófila Mista para a criação de gado, principalmente devido a prática de utilização do interior destes fragmentos florestais como abrigo e fonte de alimentos para os animais durante os períodos desfavoráveis, como no inverno. Além disso, segundo os autores, a necessidade de áreas para o desenvolvimento das atividades agrícola e pecuária aumentou a pressão sobre a floresta, levando a redução da área de ocupação original a fragmentos florestais de diferentes formas, tamanhos e níveis de perturbação.

De acordo com Sonego et al. (2007), a Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil encontra-se em raros e diminutos remanescentes, muitos deles profundamente alterados e encontrados em locais de difícil acesso, como em áreas particulares ou nas poucas unidades de conservação existentes, sendo a

continuidade e manutenção do sistema florestal um dos maiores desafios para os programas de conservação.

Dentre essas áreas destacam-se no centro sul do Estado do Paraná as áreas de Faxinais, as quais compreendem parte expressiva da área com remanescentes de floresta, com um considerável nível de antropização devido as técnicas de manejo serem apoiadas na necessidade momentânea de cada período, com pouco ou nenhum conhecimento florístico, fitossociológico ou da dinâmica da floresta.

A distinção de ambientes florestais por meio da avaliação da diversidade de espécies que os compõem, traz importantes informações para a preservação e para o manejo adequado da floresta. A Análise Multivariada, sendo um conjunto de ferramentas de agrupamento de dados, se mostra útil no campo da ecologia e manejo, pois inúmeras são as variáveis que afetam o estabelecimento, o crescimento e a permanência de espécies florestais em diferentes ambientes. A técnica de Análise de Agrupamento, ou *cluster*, constitui uma ferramenta indispensável para o processo de partição dos dados obtidos na área em grupos florísticos homogêneos, porém heterogêneos entre si.

Desta forma este capítulo aborda a aplicação das técnicas multivariadas de Análise de Agrupamento a fim de verificar a existência de diferentes estratos ou grupos florísticos em um fragmento florestal em Sistema Faxinal, para posterior avaliação fitossociológica e estrutural, e tem como objetivos específicos:

- Investigar a existência de grupos florísticos ou estratos homogêneos da vegetação arbórea com uso de Análise de Agrupamento em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal;
- Determinar as associações florísticas em cada grupo por meio de Análise Fitossociológica.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A descrição da área de estudo, bem como as informações levantadas e medições executadas, foram detalhadas no Capítulo 1.

2.2.1 Análise Fitossociológica

Para cada unidade amostral de 500 m² (10 m x 50 m) na área de estudo foi determinada sua estrutura horizontal, expressa pelos parâmetros Densidade, Frequência, Dominância (absolutas e relativas), Valor de Importância (VI) e Valor de Cobertura (VC), além de índices de diversidade, tais como: Índice de Shannon-Wiener (H'), Índice de Simpson (C) e Índice de Margalef (Dmg), com o objetivo de agrupar as parcelas com características semelhantes.

Os dados de fitossociologia foram calculados para cada unidade amostral com o auxílio do suplemento do Microsoft Excel FlorExel versão 3.1.2 da Universidade Federal do Paraná - UFPR (ARCE, 2007).

2.2.2 Análise de Agrupamento

A Análise de Agrupamento parte de uma matriz primária de dados contendo *n* objetos e *p* variáveis. Desta forma para a Análise de Agrupamento foram consideradas 50 unidades amostrais (0,05 ha), das quais foram utilizadas seis variáveis: número de árvores, área basal, número de espécies, Índice de Shannon-Wiener (H'), Índice de Simpson (C) e Índice de Margalef (Dmg). Com o objetivo de agrupar as unidades amostrais com características semelhantes, foi construída uma matriz primária, definida como:

$$A_{(U \times E)} = \begin{bmatrix} vc1;1 & vc1;2 & vc1;3 & \dots & vc1;6 \\ vc2;1 & vc2;2 & vc2;3 & \dots & vc2;6 \\ vc3;1 & vc3;2 & vc3;3 & \dots & vc3;6 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ vc50;1 & vc50;2 & vc50;3 & \dots & vc50;6 \end{bmatrix}$$

Onde:

U= Unidade amostral 0,05 ha (1 a 50);

E = variáveis utilizadas;

VC_{ij} = Valor da *i*-ésima unidade amostral, obtida da *j*-ésima variável utilizada (número de indivíduos por hectare, área basal (m^2/ha), número de espécies, Índices de diversidade de Shannon-Wiener, de Simpson e de Margalef).

Assim, a matriz primária (50 x 6) contendo as variáveis anteriormente citadas foi estruturada com a *i*-ésima parcela e *j*-ésima variável, sendo os dados padronizados.

Entre as técnicas hierárquicas aglomerativas foi utilizado o método de Ward (variância mínima) que busca minimizar a soma dos quadrados dentro dos grupos, a fim de torná-los mais homogêneos (SHARMA, 1996).

O primeiro estágio, na Análise de Agrupamentos, é a conversão da matriz primária de dados em uma matriz quadrada, onde os elementos são medidas de similaridade ou dissimilaridade entre os indivíduos. Desta forma torna-se necessário calcular uma medida de distância entre os indivíduos analisados para a construção da matriz de similaridade ou dissimilaridade (VICINI, 2005).

A medida de distância utilizada foi a distância euclidiana média. Escolhida uma medida de distância ou de semelhança, passa-se a escolher um processo de agrupamento ou aglomeração. Desta forma utilizou-se o método de agrupamento hierárquico de Ward (variância mínima), para o qual se calculou o coeficiente de correlação cofenético para verificar sua adequação ao conjunto de dados.

O resultado do agrupamento é representado na forma de Dendrograma e sua forma lembra uma árvore composta por várias ramificações, cujas extremidades podem ser alocadas variáveis ou observações.

Após a obtenção gráfica dos agrupamentos, um nível de corte entre as distâncias de ligação deve ser então determinado. A definição dos grupos no Dendrograma foi feita pelo traçado de uma linha paralela ao eixo horizontal, no ponto médio da distância Euclidiana. Essa linha é denominada Linha de Fenon (JOHNSON; WICHERN, 1982).

A Análise de Agrupamento (*Cluster*) foi realizada utilizando-se o software FITOPAC, versão 2.1 da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (SHEPHERD, 2006).

2.2.3 Análise da composição florística e fitossociológica dos grupos formados

A Análise Fitossociológica foi realizada para cada agrupamento discriminado, o que permitiu evidenciar as espécies com maior participação na formação da estrutura da floresta e associações de espécies em cada grupo. Foram estimados os parâmetros fitossociológicos de frequência, densidade, dominância, valor de cobertura e valor de importância. Para o cálculo da frequência foram consideradas todas as 50 unidades amostrais de 500 m².

Para avaliação da composição florística dos grupos obtidos pela Análise de Agrupamento, utilizou-se o índice de riqueza de espécies de Odum, os índices de heterogeneidade de Simpson e Shannon-Wiener e o índice de equabilidade de Pielou.

O Índice de Odum é uma variação do quociente de mistura de Jentsch (QM) para medir a intensidade de mistura de espécies onde quanto maior o seu valor maior será a diversidade. O índice de heterogeneidade ou dominância de espécies de Simpson mede a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso pertencerem à mesma espécie, e, quanto maior o valor calculado, maior será a dominância de espécies e menor será a diversidade. Segundo Lamprecht (1990), o Índice de Shannon mostra o grau de incerteza em prever a qual espécie da população um indivíduo pertence se retirado aleatoriamente e, quanto mais espécies existirem e mais homogênea for sua distribuição, maior será a diversidade, portanto, maior o valor do índice. O Índice de Equabilidade de Pielou informa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies e seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

Para avaliação da fitossociologia dos grupos formados foi empregado o valor de importância, parâmetro fitossociológico que indica a importância das espécies dentro do local de estudo, permitindo sua ordenação perante o grau de importância na vegetação e a determinação das associações florísticas nos diferentes ambientes (LONGHI, 1997).

Tanto os índices de diversidade como os dados fitossociológicos foram calculados com auxílio do suplemento FlorExel versão 3.1.2 da Universidade Federal do Paraná - UFPR (ARCE, 2007).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Análise de Agrupamento

O resultado da Análise de Agrupamento é expresso pelo dendrograma apresentado na Figura 5, no qual as unidades amostrais com valores de diversidade similares foram agrupadas de acordo com as espécies que nelas ocorrem. A linha vermelha indicada na figura foi a linha de corte traçada a 50% das distâncias, para dividir os blocos em grupos mais homogêneos. Pode ser observada a formação de 2 grupos: Grupo 1, com 38 unidades amostrais e o Grupo 2, com 12 unidades amostrais.

A metodologia utilizada na Análise de Agrupamento propiciou um coeficiente de correlação cofenética de 0,78. Este valor, superior a 0,7, de acordo com Vicini (2005), demonstra que a metodologia empregada foi adequada para resumir a informação ao conjunto dos dados utilizados.

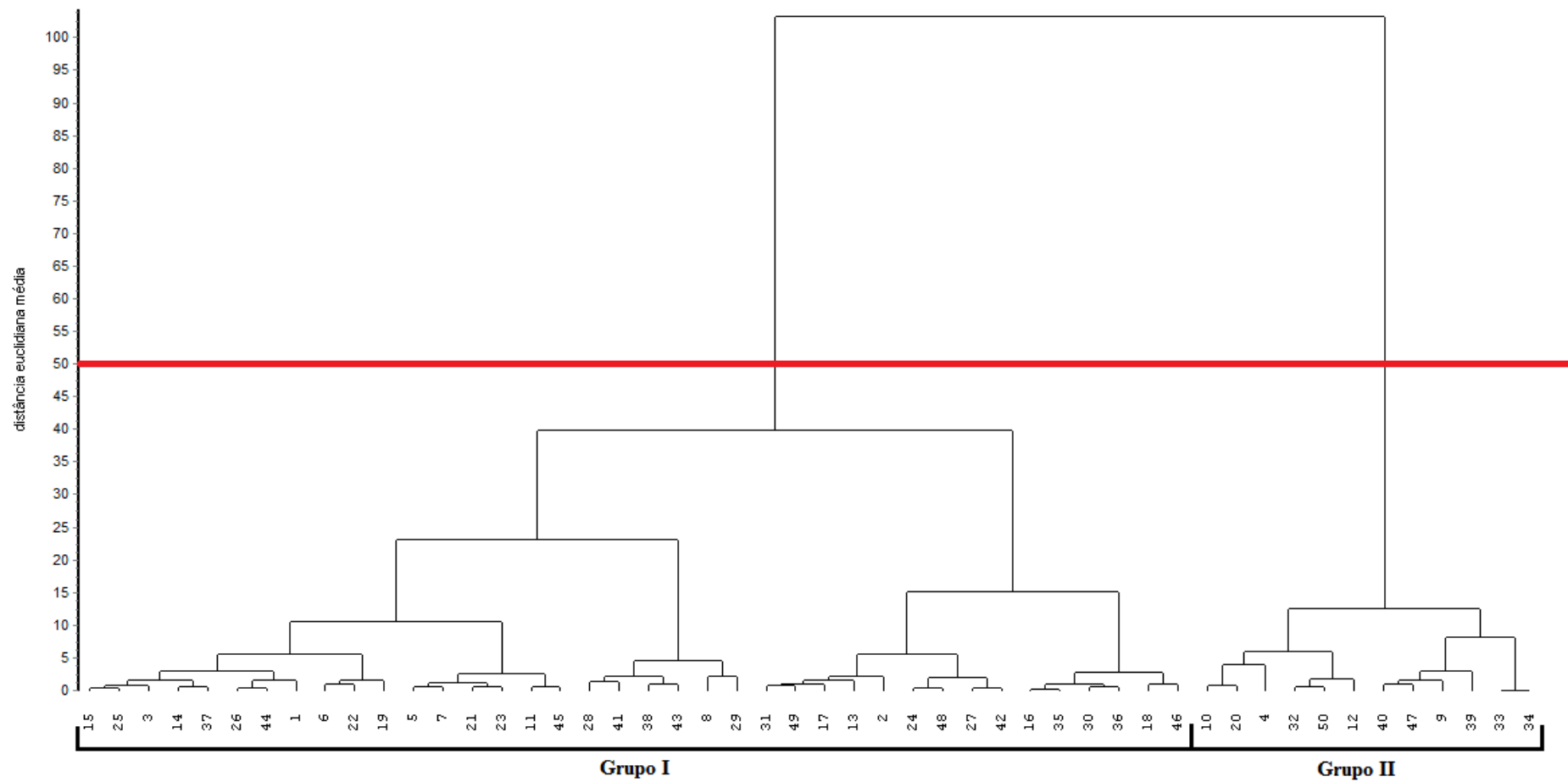


FIGURA 5 - DENDROGRAMA (CLUSTER) APRESENTANDO OS GRUPOS 1 E 2.

Fonte: O autor (2015)

2.3.2 Composição florística e fitossociológica dos grupos formados

Na área de estudo foram numerados e catalogados 1.520 indivíduos, distribuídos em 89 espécies, 64 gêneros e 42 famílias, das quais Myrtaceae (16 spp.), Lauraceae (10 spp.), Fabaceae (7 spp.), Salicaceae (6 spp.) e Sapindaceae (6 spp.) foram as que apresentam maior diversidade, conforme apresentado na Tabela 1, na qual é também apresentado a presença ou ausência de cada espécie nos grupos.

TABELA 1 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBROFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL.

Famílias	Nome Científico das Espécies	Nome Comum	G1*	G2*
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira-vermelha	X	
Annonaceae	<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	Ariticum-de-porco	X	X
	<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	Ariticum	X	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyricollum</i> Müll. Arg.	Peroba-guatambu	X	
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Voadeira	X	X
	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	X	X
	<i>Ilex theizans</i> Mart. ex Reissek	Orelha-de-mico	X	X
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-do-paraná	X	X
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.)			
Arecaceae	Glassman	Jerivá		X
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Carobinha		X
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	X	
Canellaceae	<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	Pimenteira	X	X
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Taleira	X	
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	Congonha	X	X
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	Espinheira-santa-graúda	X	
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Guaraperê	X	
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim		X
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum.	Sapopema	X	X
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	Marmeleiro		X
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Leiteiro	X	X

Continua...

TABELA 1 - ESPÉCIES ENCONTRADAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBROFILA MISTA NO FAXINAL MARMELEIRO DE BAIXO.

		...continuação.	
Fabaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilha	X
	<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W. Grimes	Farinha-seca	X X
	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Canafístula	X X
	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	Jacarandá	X X
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	Timbó	X X
	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Sapuva	X X
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga	X
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	X
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	Pau-de-gaiola	X
	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	X X
Lauraceae	<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	Canela-crespa	X X
	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela-fogo	X
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	Canela-amarela	X X
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-imbuia	X X
	<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Canela	X
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Canela-louro	X X
	<i>Ocotea elegans</i> Mez	Canela-preta	X X
	<i>Ocotea odorifera</i> Rohwer	Canela-sassafrás	X X
	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	Imbuia	X X
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	X X
	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	Canela	X
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Pula-pula	X X
Malpighiaceae	<i>Bunchosia maritima</i> (Vell.) J.F. Macbr.	Riteira	X
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	X X
Melastomataceae	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	Pixirica	X
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	X X
	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Catiguá-da-folha-graúda	X X
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	Figueira	X
Myrtaceae	<i>Calyptanthus grandifolia</i> O. Berg	Caingá-branca	X X
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Sete-capote	X X
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) ex O. Berg	Guabiroba	X X
	<i>Curitiba prismatica</i> (D. Legrand) Salywon & L. R. Landrum	Murta	X X
	<i>Eugenia handroana</i> D. Legrand	Guamirim-vermelho	X
	<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	Batinga	X X
	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira	X
	<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	Guamirim	X
	<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	Batinga-vermelha	X X
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	X X

Continua...

TABELA 1 - ESPÉCIES ENCONTRADAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBROFILA MISTA NO FAXINAL MARMELEIRO DE BAIXO.

...continuação.				
	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	Guamirim-piloso	X	X
	<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	Caingá-verdadeiro	X	X
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Guamirim-chorão	X	X
	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	Pau-pelado	X	
	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	Araça-do-mato	X	X
	<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	Jabuticabeira	X	
Oleaceae	<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green	Pitaguará	X	
Picramniaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Pau-amargo	X	X
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Capororoquinha	X	
Primulaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	Capororoca	X	
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão	X	X
	<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S. Edwards	Carvalho	X	X
Proteaceae	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D. Dietr.	Pessegueiro-bravo		X
Rosaceae	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll. Arg.	Jasmin		X
Rubiaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela	X	
Rutaceae	<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	Cambroé		X
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	Cambroé	X	X
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga-da-miúda	X	X
	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Guaçatunga-da-graúda	X	X
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Guaçatunga-vermelha	X	X
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cafezeiro-do-mato	X	X
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	Vacum	X	X
	<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	Vacum-folha-larga	X	X
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cuvatã	X	
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria-preta		X
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel-pintado	X	X
	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguaí	X	X
Sapotaceae	<i>Picrasma crenata</i> Engl. in Engl. & Prantl	Tenente-josé	X	X
Simaroubaceae	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	Canema	X	X
Solanaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Canela-raposa		X
Styracaceae	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Cataia	X	
Winteraceae				

* G1 - Espécies pertencentes ao Grupo 1

* G2 - Espécies pertencentes ao Grupo 2.

Fonte: O autor (2015)

No Grupo 1 há uma dominância da família Myrtaceae com 15 espécies, seguida da Lauraceae (9), Fabaceae (6), Salicaceae (5), Sapindaceae (4), Aquifoliaceae e Primulaceae (3), Annonaceae, Euphorbiaceae e Meliaceae (2) e as demais famílias apresentam apenas uma espécie.

No Grupo 2 há uma dominância da família Myrtaceae com 12 espécies, seguida da Lauraceae (10), Fabaceae e Salicaceae (6), Sapindaceae (4), Aquifoliaceae (3), Euphorbiaceae, Lamiaceae e Meliaceae (2) e as demais famílias apresentam apenas uma espécie.

Com relação à riqueza florística, torna-se difícil encontrar parâmetros para comparação na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, porém existem estudos relevantes a respeito da análise florística em Floresta Ombrófila Mista em nível estadual e regional. No Estado do Paraná a Floresta Ombrófila Mista se distribui nos três planaltos, onde foram realizados alguns dos principais estudos.

No primeiro planalto paranaense, Rondon Neto et al. (2002) apresentou uma listagem florística obtida em 18 parcelas de 200 m² em um capão de Floresta Ombrófila Mista em Curitiba, contendo 77 espécies, 55 gêneros e 36 famílias botânicas, sendo as Myrtaceae (9), Flacourtiaceae (7), Lauraceae (6), Asteraceae (4) e Fabaceae (4) as famílias mais representativas em número de espécies.

No segundo planalto, em São João do Triunfo, em uma área de 32 hectares da Estação Experimental da UFPR, em um estudo fitossociológico, Sanquetta e Mattei (2002) catalogaram 67 espécies, 50 gêneros e 31 famílias. Entre as famílias que apresentaram um maior número de espécies estão as Myrtaceae (11), Lauraceae (8), Asteraceae (4), Sapindaceae e Flacourtiaceae (3).

No terceiro planalto paranaense os levantamentos florísticos de maior destaque foram: o de Roderjan (2003) no município de Guarapuava, na localidade do Pinhão, obteve: 39 espécies, 31 gêneros e 16 famílias, com destaque em número de espécies para as Myrtaceae (13), Aquifoliaceae (3), Flacourtiaceae (3), Lauraceae (3) e Rosaceae (3).

Com base nos trabalhos analisados é possível observar que as três principais espécies encontradas tanto no grupo 1 quanto no grupo 2 seguem o padrão da vegetação em Floresta Ombrófila Mista.

Com a determinação dos dois grupos florísticos pelas técnicas de Análise de Agrupamento, os dois grupos foram separados estimando-se a área em

hectares pertencente a cada um deles, bem como o número de indivíduos mensurados, a densidade e a área basal que caracterizam cada um dos grupos, apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS FORMADOS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL.

Agrupamento	Área (ha)	Área (%)	Nº ind.	Nº ind./ha	Area basal (m²/ha)
Grupo 1	325,76	64%	973	512	21,7
Grupo 2	183,24	36%	547	911	28,4

FONTE: O Autor (2015)

2.3.2.1 Grupo 1

No Grupo 1, com área de cerca de 325,76 ha foram catalogados 973 indivíduos pertencentes a 73 espécies, 65 gêneros, 34 famílias, com uma área basal de 21,77 m²/ha, conforme apresentado na Tabela 3.

TABELA 3 - FITOSSOCIOLOGIA DO GRUPO 1 FORMADO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL.

Espécie	Dens		Dom		Freq		Dens		Dom		Freq		V C	V I
	N	Abs	Abs	Abs	Rel	Rel	Rel	Rel	Rel	Rel	Rel	Rel	%	%
	Ind.	Ind/ha	m²/ha	%	%	%	%	%	%	%	%	%	0-100	0-100
<i>Curitiba prismatica</i> (D. Legrand)														
Salywon & L. R. Landrum	236	124	2,32	76,32	24,25	10,68	7,88	17,47	14,27					
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	80	42	1,40	68,42	8,22	6,42	7,07	7,32	7,24					
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	100	53	0,79	50,00	10,28	3,63	5,16	6,95	6,36					
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	87	46	0,79	60,53	8,94	3,65	6,25	6,29	6,28					
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) ex O. Berg	38	20	2,12	47,37	3,91	9,76	4,89	6,83	6,19					
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	27	14	1,80	23,68	2,77	8,27	2,45	5,52	4,50					
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	32	17	0,85	52,63	3,29	3,90	5,43	3,60	4,21					
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	41	22	0,50	52,63	4,21	2,31	5,43	3,26	3,99					
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	19	10	1,54	21,05	1,95	7,07	2,17	4,51	3,73					
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	25	13	1,19	28,95	2,57	5,47	2,99	4,02	3,67					
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	34	18	0,62	26,32	3,49	2,85	2,72	3,17	3,02					

Continua...

TABELA 3 - FITOSSOCIOLOGIA DO GRUPO 1 FORMADO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL

...continuação.

<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	11	6	1,40	13,16	1,13	6,44	1,36	3,79	2,98
<i>Ocotea odorifera</i> Rohwer	19	10	0,50	21,05	1,95	2,28	2,17	2,12	2,14
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	14	7	0,17	31,58	1,44	0,79	3,26	1,11	1,83
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	12	6	0,33	23,68	1,23	1,54	2,45	1,39	1,74
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	19	10	0,24	18,42	1,95	1,10	1,90	1,52	1,65
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	6	3	0,44	13,16	0,62	2,01	1,36	1,31	1,33
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	13	7	0,15	18,42	1,34	0,68	1,90	1,01	1,31
<i>Ilex theizans</i> Mart. ex Reissek	11	6	0,08	18,42	1,13	0,37	1,90	0,75	1,13
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	5	3	0,30	13,16	0,51	1,40	1,36	0,96	1,09
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	5	3	0,18	13,16	0,51	0,84	1,36	0,68	0,91
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	11	6	0,12	7,89	1,13	0,54	0,82	0,83	0,83
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	8	4	0,10	10,53	0,82	0,44	1,09	0,63	0,78
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	7	4	0,06	13,16	0,72	0,26	1,36	0,49	0,78
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	2	1	0,34	5,26	0,21	1,56	0,54	0,88	0,77
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	4	2	0,16	10,53	0,41	0,74	1,09	0,57	0,75
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	6	3	0,04	13,16	0,62	0,17	1,36	0,39	0,72
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	5	3	0,10	10,53	0,51	0,47	1,09	0,49	0,69
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	2	1	0,26	5,26	0,21	1,22	0,54	0,71	0,65
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	4	2	0,16	7,89	0,41	0,73	0,82	0,57	0,65
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	5	3	0,12	7,89	0,51	0,55	0,82	0,53	0,63
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	5	3	0,04	10,53	0,51	0,18	1,09	0,35	0,59
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	5	3	0,08	7,89	0,51	0,38	0,82	0,45	0,57
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	4	2	0,10	7,89	0,41	0,45	0,82	0,43	0,56
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	3	2	0,10	7,89	0,31	0,47	0,82	0,39	0,53
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	4	2	0,06	7,89	0,41	0,25	0,82	0,33	0,49
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	1	0,13	5,26	0,21	0,61	0,54	0,41	0,45
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	2	1	0,13	5,26	0,21	0,60	0,54	0,40	0,45
<i>Ocotea elegans</i> Mez	3	2	0,04	7,89	0,31	0,20	0,82	0,26	0,44
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	1	1	0,21	2,63	0,10	0,94	0,27	0,52	0,44
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	3	2	0,04	7,89	0,31	0,19	0,82	0,25	0,44
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	2	1	0,11	5,26	0,21	0,53	0,54	0,37	0,43
<i>Banara tomentosa</i> Clos	3	2	0,09	5,26	0,31	0,39	0,54	0,35	0,42
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	5	3	0,04	5,26	0,51	0,16	0,54	0,34	0,41
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	3	2	0,02	7,89	0,31	0,09	0,82	0,20	0,40
<i>Lamanonia ternata</i> Vell	1	1	0,18	2,63	0,10	0,83	0,27	0,47	0,40
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	2	1	0,09	5,26	0,21	0,41	0,54	0,31	0,39
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W. Grimes	4	2	0,04	5,26	0,41	0,17	0,54	0,29	0,37

Continua...

TABELA 3 - FITOSSOCIOLOGIA DO GRUPO 1 FORMADO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL

...continuação.									
<i>Eugenia handroana</i> D. Legrand.	3	2	0,06	5,26	0,31	0,27	0,54	0,29	0,37
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	2	1	0,06	5,26	0,21	0,28	0,54	0,24	0,34
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	2	1	0,06	5,26	0,21	0,25	0,54	0,23	0,33
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	2	1	0,05	5,26	0,21	0,22	0,54	0,21	0,32
<i>Calyptranthes grandifolia</i> O. Berg	1	1	0,12	2,63	0,10	0,55	0,27	0,33	0,31
<i>Eugenia uniflora</i> L.	1	1	0,11	2,63	0,10	0,53	0,27	0,31	0,30
<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S. Edwards	1	1	0,11	2,63	0,10	0,49	0,27	0,30	0,29
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	2	1	0,08	2,63	0,21	0,38	0,27	0,29	0,29
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1	1	0,09	2,63	0,10	0,43	0,27	0,27	0,27
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	1	1	0,06	2,63	0,10	0,29	0,27	0,19	0,22
<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum	1	1	0,06	2,63	0,10	0,26	0,27	0,18	0,21
<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	2	1	0,03	2,63	0,21	0,12	0,27	0,16	0,20
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	2	1	0,02	2,63	0,21	0,08	0,27	0,14	0,18
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	1	1	0,03	2,63	0,10	0,15	0,27	0,12	0,17
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	1	1	0,02	2,63	0,10	0,11	0,27	0,11	0,16
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	1	1	0,02	2,63	0,10	0,11	0,27	0,11	0,16
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	1	1	0,02	2,63	0,10	0,11	0,27	0,10	0,16
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	1	1	0,02	2,63	0,10	0,10	0,27	0,10	0,16
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	1	1	0,02	2,63	0,10	0,09	0,27	0,10	0,16
<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	1	1	0,01	2,63	0,10	0,05	0,27	0,08	0,14
<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green	1	1	0,01	2,63	0,10	0,04	0,27	0,07	0,14
<i>Aspidosperma pyricollum</i> Müll.Arg.	1	1	0,01	2,63	0,10	0,04	0,27	0,07	0,14
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1	1	0,01	2,63	0,10	0,03	0,27	0,07	0,13
<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	1	1	0,0	2,63	0,10	0,02	0,27	0,06	0,13
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	1	1	0,0	2,63	0,10	0,02	0,27	0,06	0,13
TOTAL	973	512	21,7	968	100	100	100	100	100

N = Número de Indivíduos; Dens Abs = número de indivíduos por hectare; Dom Abs = Área Basal (m²/ha); Freq Abs = Frequência absoluta (%); Dens Rel = Área Basal Relativa (%); Dom Rel = Densidade Relativa (%); Freq Rel = Frequência Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (0-100%); VI = Valor de Importância (0-100%).

Fonte: O autor (2015)

Curitiba prismatica foi a espécie com o maior valor de importância: 14,27% neste grupo, com densidade de 124 ind./ha e dominância de 10,68%. Trata-se de uma planta heliófila, pioneira ou secundária inicial, seletiva xerófila, característica de terrenos pobres de cerrados e da floresta latifoliada, sendo frequente em bordas de matas e capões, e raramente encontrado na floresta primária (LORENZI, 1992).

É considerada padrão de terra fraca e invasora de áreas degradadas (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003).

A segunda espécie, *Casearia obliqua*, com valor de importância 7,24%, apesar da sua baixa densidade, 42 ind./ha, apresenta dominância 6,42% devido a elevada área basal dos indivíduos da espécie: 5,61 m²/ha. Em seguida aparece *Casearia sylvestris* com valor de importância 6,36%, densidade de 53 ind./ha, apresenta dominância 3,63%, espécie heliófita comum em formações secundárias; *Ilex paraguariensis* com valor de importância 6,28%, densidade 46 ind./ha, apresenta dominância 3,65%, uma planta pioneira, heliófita, que apesar de ser comum em beira de rios, córregos e em várzeas úmidas de formações secundárias, cresce também em terrenos bem drenados; *Campomanesia xanthocarp* com valor de importância 6,19%, densidade 20 ind./ha e dominância 9,56%, relativamente alta, devido à elevada área basal dos indivíduos da espécie 5,12 m²/há; a *Ocotea porosa* com valor de importância 4,50%; *Myrciaria delicatula* com valor de importância 4,21%; *Casearia decandra* com valor de importância 3,99%; *Cinnamomum glaziovii* com valor de importância 3,73% e a *Ocotea puberula* com valor de importância 3,67%, as quais compreendem as dez espécies com maior valor de importância e juntas correspondem a 60,43% do valor de importância do Grupo 1.

Considerando alguns estudos realizados na região de Floresta Ombrófila Mista como os de Rondon Neto et al. (2002) em Curitiba, Sanquetta e Mattei (2002) em São João do Triunfo, Roderjan (2003) em Guarapuava, pode-se estabelecer que a fitossociologia do Grupo 1 apresenta oito das dez principais espécies obtidas nesses estudos.

2.3.2.2 Grupo 2

O Grupo 2 possui área de 183,24 ha onde foram catalogados 547 indivíduos arbóreos distribuídos em 69 espécies, 53 gêneros, 30 famílias, com uma área basal de 28,4 m²/ha, conforme apresentado na Tabela 4.

TEBELA 4 - FITOSSOCIOLOGIA DO GRUPO 2 FORMADO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL.

Espécie	N	Dens Abs	Dom Abs	Freq Abs	Dens Rel	Dom Rel	Freq Rel	V C %	V I %
	Ind.	Ind / ha	m ² / ha	%	%	%	%	0-100	0-100
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) ex O. Berg	51	85	3,79	91,67	9,32	13,34	5,14	11,33	9,27
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	56	93	2,56	100,00	10,24	8,99	5,61	9,61	8,28
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	65	108	1,76	83,33	11,88	6,18	4,67	9,03	7,58
<i>Curitiba prismatica</i> (D. Legrand) Salywon & L. R. Landrum	59	98	1,16	58,33	10,79	4,07	3,27	7,43	6,04
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	13	22	2,52	41,67	2,38	8,85	2,34	5,61	4,52
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	23	38	0,64	75,00	4,20	2,26	4,21	3,23	3,56
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	19	32	0,89	50,00	3,47	3,13	2,80	3,30	3,13
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	6	10	1,60	41,67	1,10	5,63	2,34	3,36	3,02
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	14	23	0,53	58,33	2,56	1,88	3,27	2,22	2,57
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	9	15	0,77	58,33	1,65	2,71	3,27	2,18	2,54
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	10	17	0,72	41,67	1,83	2,52	2,34	2,17	2,23
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	15	25	0,32	50,00	2,74	1,12	2,80	1,93	2,22
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	14	23	0,36	41,67	2,56	1,28	2,34	1,92	2,06
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	10	17	0,61	33,33	1,83	2,16	1,87	1,99	1,95
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	11	18	0,68	25,00	2,01	2,39	1,40	2,20	1,93
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	14	23	0,45	25,00	2,56	1,59	1,40	2,07	1,85
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	8	13	0,32	41,67	1,46	1,12	2,34	1,29	1,64
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	6	10	0,55	33,33	1,10	1,92	1,87	1,51	1,63
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	9	15	0,43	25,00	1,65	1,52	1,40	1,58	1,52
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	7	12	0,40	33,33	1,28	1,42	1,87	1,35	1,52
<i>Ocotea odorifera</i> Rohwer	7	12	0,38	33,33	1,28	1,33	1,87	1,31	1,49
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	9	15	0,23	33,33	1,65	0,80	1,87	1,22	1,44
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W. Grimes	4	7	0,42	33,33	0,73	1,47	1,87	1,10	1,36
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	7	12	0,38	25,00	1,28	1,33	1,40	1,31	1,34

Continua...

TABELA 3 - FITOSSOCIOLOGIA DO GRUPO 2 FORMADO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL

...continuação.

<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez)									
Kosterm.	4	7	0,59	16,67	0,73	2,07	0,93	1,40	1,24
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	2	3	0,77	8,33	0,37	2,71	0,47	1,54	1,18
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC	6	10	0,30	25,00	1,10	1,04	1,40	1,07	1,18
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	4	7	0,35	25,00	0,73	1,24	1,40	0,99	1,12
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	6	10	0,17	25,00	1,10	0,58	1,40	0,84	1,03
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	5	8	0,21	25,00	0,91	0,75	1,40	0,83	1,02
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	4	7	0,13	33,33	0,73	0,46	1,87	0,65	0,90
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	4	7	0,16	25,00	0,73	0,57	1,40	0,65	0,90
<i>Ocotea elegans</i> Mez	5	8	0,11	25,00	0,91	0,38	1,40	0,51	0,81
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	3	5	0,13	25,00	0,55	0,47	1,40	0,46	0,78
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	3	5	0,11	25,00	0,55	0,38	1,40	0,69	0,77
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll. Arg	4	7	0,19	16,67	0,73	0,65	0,93	0,44	0,76
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	3	5	0,09	25,00	0,55	0,33	1,40	0,58	0,70
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	3	5	0,18	16,67	0,55	0,62	0,93	0,58	0,70
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	4	7	0,12	16,67	0,73	0,42	0,93	0,54	0,67
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D. Dietr.	2	3	0,20	16,67	0,37	0,72	0,93	0,49	0,64
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	2	3	0,18	16,67	0,37	0,62	0,93	0,47	0,63
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	2	3	0,16	16,67	0,37	0,58	0,93	0,67	0,60
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	1	2	0,33	8,33	0,18	1,15	0,47	0,42	0,59
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	3	5	0,08	16,67	0,55	0,29	0,93	0,37	0,56
<i>Banara tomentosa</i> Clos	3	5	0,05	16,67	0,55	0,19	0,93	0,34	0,54
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	2	3	0,09	16,67	0,37	0,31	0,93	0,24	0,47
<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	2	3	0,03	16,67	0,37	0,12	0,93	0,24	0,47
<i>Ilex theizans</i> Mart. ex Reissek	2	3	0,03	16,67	0,37	0,12	0,93	0,44	0,45
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn	1	2	0,20	8,33	0,18	0,71	0,47	0,40	0,42
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	1	2	0,17	8,33	0,18	0,61	0,47	0,29	0,35
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	2	3	0,06	8,33	0,37	0,22	0,47	0,28	0,34
<i>Eugenia uniflora</i> L.	1	2	0,10	8,33	0,18	0,37	0,47	0,26	0,33
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	1	2	0,09	8,33	0,18	0,33	0,47	0,23	0,31
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1	2	0,08	8,33	0,18	0,29	0,47	0,19	0,28
<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S. Edwards	1	2	0,06	8,33	0,18	0,20	0,47	0,18	0,28

Continua...

TABELA 3 - FITOSSOCIOLOGIA DO GRUPO 2 FORMADO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL

...continuação.

<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1	2	0,05	8,33	0,18	0,18	0,47	0,18	0,28
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	1	2	0,05	8,33	0,18	0,18	0,47	0,16	0,26
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	1	2	0,04	8,33	0,18	0,13	0,47	0,15	0,26
<i>Bunchosia maritima</i> (Vell.) J.F.Macbr	1	2	0,04	8,33	0,18	0,13	0,47	0,15	0,26
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	1	2	0,04	8,33	0,18	0,13	0,47	0,15	0,26
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	1	2	0,03	8,33	0,18	0,12	0,47	0,15	0,25
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	1	2	0,03	8,33	0,18	0,11	0,47	0,14	0,25
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	1	2	0,03	8,33	0,18	0,10	0,47	0,14	0,25
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	1	2	0,03	8,33	0,18	0,10	0,47	0,13	0,24
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	1	2	0,02	8,33	0,18	0,08	0,47	0,13	0,24
<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum	1	2	0,02	8,33	0,18	0,08	0,47	0,13	0,24
<i>Calyptanthus grandifolia</i> O. Berg	1	2	0,02	8,33	0,18	0,07	0,47	0,13	0,24
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1	2	0,02	8,33	0,18	0,07	0,47	0,12	0,24
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	1	2	0,02	8,33	0,18	0,06	0,47	0,12	0,24
TOTAL	547	912	28,44	1783	100	100	100	100	100

N = Número de Indivíduos; Dens Abs = número de indivíduos por hectare; Dom Abs = Área Basal (m²/ha); Freq Abs = Frequência absoluta (%); Dens Rel = Área Basal Relativa (%); Dom Rel = Densidade Relativa (%); Freq Rel = Frequência Relativa (%); VC = Valor de Cobertura (0-100%); VI = Valor de Importância (0-100%).

Fonte: O autor (2015)

Campomanesia xanthocarpa foi a espécie com maior valor de importância, 9,27%, com densidade de 85 ind./ha, dominância de 10,64% e uma área basal de 6,7 m²/ha.

A segunda espécie foi a *Casearia obliqua* com valor de importância 8,28%, densidade 93 ind./ha, dominância de 8,99%, e área basal de 6,61 m²/ha. Em seguida aparece *Casearia sylvestris* com valor de importância 7,58%, densidade de 108 ind./ha, apresenta dominância 6,18%, espécie heliófita comum em formações secundárias; *Curitiba prismatica* com valor de importância 6,04%, densidade 98 ind./ha, apresenta dominância 4,04% e área basal 3,12 m²/ha; *Ocotea puberula* com valor de importância 4,52%, densidade 22 ind./ha e dominância 8,85%, relativamente alta, devido à elevada área basal dos indivíduos da espécie 5,12 m²/ha. Trata-se de uma planta heliófita, indiferente às condições físicas do solo, que invade capoeiras e capoeirões e também clareiras de matas e matas abertas (LORENZI, 1992). A sexta espécie foi *Casearia decandra* com valor de importância 3,56%; *Cinnamodendron dinisii* com valor de importância 3,13%;

Araucaria angustifolia com valor de importância 3,02%; *Casearia lasiophylla* com valor de importância 2,57% e o *Machaerium stipitatum* com valor de importância 2,54%, as quais compreendem as dez espécies com maior valor de importância e juntas correspondem a 50,51% do valor de importância do Grupo 2.

Considerando os estudos realizados na região de Floresta Ombrófila Mista como os de Rondon Neto et al. (2002) em Curitiba, Sanquetta e Mattei (2002) em São João do Triunfo, Roderjan (2003) em Guarapuava, pode-se estabelecer que a fitossociologia do Grupo 2 apresenta seis das dez principais espécies obtidas nesses estudos.

2.3.3 Diversidade Florística

O fragmento apresentou um índice de riqueza (Odum) de 5,11 e diversidade (Shannon) de 3,33. Rode (2008), avaliando a diversidade de uma Floresta Ombrófila Mista (Floresta Nacional de Irati), encontrou valores de 11,3 e 3,55 respectivamente para esses índices. Esse autor encontrou valores de dominância (Simpson) 0,04 e equabilidade (Pielou) de 0,76 respectivamente, valores relativamente inferiores aos encontrados nesta pesquisa (Simpson) 0,07 e equabilidade (Pielou) 0,77. Longhi (1997) encontrou um índice de diversidade de Shannon igual a 3,65 para uma Floresta Ombrófila Mista localizada na bacia hidrográfica do rio Passo Fundo, no estado do Rio Grande do Sul.

Pode-se concluir que o fragmento estudado apresenta uma diversidade relativamente alta, considerando que o índice de Shannon, segundo Longhi (1997), varia de 1,5 a 3,5, raramente passando de 4,5.

Comparando a diversidade entre os grupos florísticos, observa-se que o Grupo 2 apresenta diversidade e riqueza superior ao valor obtido para o grupo 1 e também quando comparado com a floresta como um todo.

O Grupo 2 possui a maior densidade (912 ind/ha), a maior diversidade e menor número de espécies, conforme Tabela 5.

TABELA 5 - FLORÍSTICA E ÍNDICES DE DIVERSIDADE PARA A ÁREA EM ESTUDO - GRUPOS 1 E 2.

Parâmetro	Grupo Florístico		
	Floresta	1	2
Nº Indivíduos/ha	608	512	912
Nº Espécies	89	73	69
Nº Gêneros	78	60	50
Nº Famílias	48	43	40
Riqueza (Odum)	5,11	4,98	6,41
Dominância (Simpson)	0,07	0,09	0,05
Equabilidade (Pielou)	0,77	0,78	0,65
Diversidade (Shannon)	3,33	3,08	3,44

Fonte: O autor (2015)

Alguns trabalhos realizados em Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná apresentam valores do índice de diversidade de Shannon-Weaner (H') que mais se assemelham às áreas de faxinal, são os de: Silva (2003) em Guarapuava obteve (H') 3,38; Rondon Net et al. (2002) em Curitiba obteve (H') 3,43; Durigan (1999) em São João do Triunfo obteve (H') 3,51.

Os índices de diversidade de Shannon-Weaner (H') obtidos nas duas áreas de Faxinal foram muito próximos aos valores dos trabalhos analisados para a região de abrangência da Floresta Ombrófila Mista. Porém os índices de diversidade do Grupo 2 estão mais próximos aos índices de diversidade dos trabalhos citados, o que indica maior diversidade em relação ao Grupo 1.

2.4 CONCLUSÕES

A Análise de Agrupamento aponta a existência de 2 grupos florísticos distintos na área de estudo, onde se destacam as espécies *Curitiba prismatica* no Grupo 1 e *Campomanesia xanthocarpa* no Grupo 2, por possuírem o maior valor de importância (VI) e maior poder de representar os grupos florísticos nesse fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

O Grupo 1, apresentou uma grande dominância de espécies indicadoras de estágios iniciais de sucessão, como *Curitiba prismática*, espécie pioneira ou secundária inicial seguida da *Casearia obliqua* e *Casearia sylvestris*.

O Grupo 2 tem a maior área basal média, maior diversidade e maior densidade, com destaque para a *Campomanesia xanthocarpa*, espécie classificada como secundária tardia, climácica, apontada como indicadora de ambientes mais avançados na Floresta Ombrófila Mista Secundária.

O Grupo 1 forma o estrato mais diverso em número de espécies e apresenta maior Índice de Dominância de Simpson, enquanto que o Grupo 2 apresenta maior Índice de Riqueza (Odum) e maior Índice de Diversidade (Shannon).

3 FATORES ECOLÓGICOS NA OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL

RESUMO

Analisar a distribuição das árvores é um aspecto crucial para entender como as espécies usam os recursos da floresta, pois estas podem apresentar padrões espaciais distintos em resposta aos fatores bióticos e abióticos do ambiente. Este estudo teve como objetivo avaliar a correlação entre as espécies e os fatores ambientais por meio de Análise de Correspondência Canônica em dois grupos florísticos estabelecidos em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal. Os dados utilizados provieram de um inventário florestal realizado no ano de 2012, empregando-se parcelas permanentes alocadas sobre uma área de 509 ha, com a implantação de 50 unidades amostrais permanentes de 500 m², distribuídas de forma sistemática sobre a área de estudo. Foram mensuradas em cada unidade experimental os fatores ambientais como: luz, fatores químicos e físicos do solo. Com base na Análise de Agrupamento obteve-se dois grupos florísticos, sendo: grupo 1 composto de 38 unidades amostrais, com 73 espécies e o Grupo 2, com 12 unidades amostrais e 69 espécies. A partir dos grupos formados foi aplicada a técnica de Correspondência Canônica, com base na presença de cada espécie e fatores ambientais em cada unidade amostral. No grupo 1 os fatores ambientais Profundidade do Solo, teores de Potássio e Índice de Área Foliar, foram os que mais contribuíram para a distribuição das espécies. No grupo 2 o Índice de Área Foliar e Ângulo Médio das Folhas, foram os que mais contribuíram. A Correspondência Canônica demonstra que a espécie *Curitiba prismática*, principal representante do do Grupo 1, têm maior relação com os fatores químicos do solo, enquanto que a *Campomanesia xanthocarpa*, no Grupo 2, tem maior correlação com os fatores físicos do solo.

Palavras-chave: Correspondência Canônica, Fatores ambientais, Floresta com Araucária.

ABSTRACT

Analyze the distribution of trees is crucial to understand how species use forest resources, as these may have different spatial patterns in response to biotic and abiotic factors of the environment. This study aimed to evaluate the correlation between species and environmental factors by matching Canonica Analysis in two floristic groups established in a fragment of Araucaria Forest in the Faxinal System. The data used came from a forest inventory conducted in 2012, using allocated permanent plots over an area of 509 ha, with the establishment of 50 permanent sample plots of 500 m², distributed systematically over the study area. They were measured in each unit experimental environmental factors such as light, chemical and physical soil factors. Based on Cluster Analysis was obtained two floristic groups: Group 1 consists of 38 sampling units, with 73 species and Group 2 with 12 sampling units and 69 species. As the groups formed was applied to Canonical Correspondence technique, based on the presence of each species and environmental factors in each sample unit. In group 1 environmental factors Soil depth, Potassium levels and Leaf Area Index, were most likely contributed to the distribution of species. In group 2 the Leaf Area Index and Angle of Medium sheets, were the ones who contributed most. The Canonical Correspondence shows that *Curitiba prismatica* species, chief representative of the Group 1, are more related to soil chemical factors, while *Campomanesia xanthocarpa* in Group 2 has higher correlation with the soil physical factors.

Keywords: Canonical Correspondence, environmental Faotres, Araucaria Forest.

3.1 INTRODUÇÃO

A diversidade de uma floresta influencia diretamente no padrão espacial das espécies que a compõem e vice-versa. Segundo Condit et al. (2000), se a diversidade de espécies for alta, o número de árvores vizinhas da mesma espécie é, em geral, menor que o número de árvores de outras espécies; entretanto, é comum encontrar na floresta manchas ou grupos de árvores onde há predominância de algumas espécies, em razão de fatores ambientais, dando à floresta uma fisionomia de mosaico vegetacional e caracterizando um padrão espacial agregado.

Para Batista (2004), espécies com reduzida capacidade de dispersão de sementes tendem a apresentar padrões espaciais com certa agregação, uma vez que locais próximos aos centros de dispersão terão grande possibilidade de ser ocupados por plântulas desta espécie. A distribuição de diâmetros de uma espécie também pode influenciar no seu padrão espacial. Capretz (2004), analisando o padrão espacial por classes de tamanho, observou que as árvores das classes menores mostram acentuada agregação, e que árvores de classes maiores apresentam tendência a padrões aleatórios.

Para Haase et al. (1997), um elemento importante é a relação espacial entre árvores de mesma espécie ou de espécies diferentes, pois se, mais de uma espécie for dominante na comunidade, o padrão espacial observado da floresta pode ser influenciado decisivamente pelas interações entre as espécies de maior densidade. Se a competição entre espécies é mais forte do que dentro de uma mesma população, pode se esperar uma associação negativa entre elas, com efeitos de inibição espacial.

A variação espacial e a produção de biomassa vegetal estão relacionadas com as características ambientais de luz, solo e água, determinando grandes alterações na composição botânica e na nutrição das plantas e conseqüentemente na produtividade (ANDRADE et al., 1995). Existem inúmeras metodologias desenvolvidas para se realizar a análise de um padrão de distribuição das espécies. Segundo Ter Braak (1986) destaca-se a Análise de Correspondência Canônica (ACC), que é uma Análise Multivariada com gradiente direto, em que um conjunto

de espécies está relacionado diretamente com um conjunto de variáveis ambientais.

Correlacionar a distribuição das espécies arbóreas com as variáveis ambientais de solo e luminosidade sob a Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, sob a hipótese de que os fatores analisados estão exercendo influência sobre a distribuição horizontal e produção da comunidade arbórea para determinar a significância desses fatores dentro do Sistema Faxinal, é de grande importância para o delineamento de futuros projetos visando a conservação da floresta e o estabelecimento de um manejo mais adequado e produtivo, capaz de tornar o Sistema Faxinal economicamente viável. Essas ações podem ser preponderantes para a conservação dos recursos naturais tendo como consequência a melhoria na qualidade de vida dos moradores e a manutenção das áreas de florestas na região.

Assim, o presente estudo tem como objetivo identificar as relações existentes entre os grupos de espécies e os fatores ambientais com o uso de Análise de Correspondência Canônica (ACC) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, classificados anteriormente em dois grupos florísticos distintos por Análise de Agrupamento. E como objetivos específicos:

- Determinar a relação existente entre as principais espécies de cada grupo, com alguns fatores ambientais, com uso da técnica de Análise de Correspondência Canônica.
- Investigar a influência dos fatores ambientais na distribuição espacial das espécies.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A descrição da área de estudo, bem como as informações levantadas e medições executadas, foram detalhadas no Capítulo 1.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi realizada utilizando-se o Aplicativo computacional PC-ORD for Windows versão 6.0 (McCUNE e MEFFORD, 2006) de grande aplicabilidade nos estudos de vegetação. Como teste

de significância foram utilizados o teste de Monte Carlo e o teste de correlação de Pearson.

3.2.1 Parâmetros de luminosidade

O método utilizado para a estimativa dos parâmetros de luminosidade é classificado como método não destrutivo. Trata-se de um método indireto para o estudo da estrutura do dossel e transmissão de luz na floresta. Foram feitas fotografias do dossel a partir de lente hemisférica, produzindo imagens circulares que registram o tamanho, forma e localização das falhas no dossel. O processamento da imagem envolve a sua transformação em pixels com coordenadas determinadas e sua separação de acordo com sua intensidade e distribuição. Os aparelhos que utilizam fotos hemisféricas são muito utilizados para determinar valores de referência (JONCKHEEREA et al., 2004).

Foi utilizado o Aparelho Imageador apresentado na Figura 6, composto por uma haste munida de 24 sensores cuja função é determinar a intensidade da radiação fotossinteticamente ativa (PAR). Na ponta da haste encontra-se a lente “olho de peixe” de ângulo 180° que, pelo processo de inversão da fração de luz, permite calcular o Índice de Área Foliar (IAF) e o ângulo médio da folha (AMF).



FIGURA 6 - APARELHO IMAGEADOR DO DOSSEL DA FLORESTA.

FONTE: O autor (2015)

Pela necessidade em se estabelecer um padrão metodológico, foi utilizado um suporte para o imageador conforme Figura 6, cuja função foi estabilizar a câmera e a haste, permitindo instituir uma referência de altura, que foi definida como 1,30 metros do solo. O suporte permite também realizar o posicionamento frontal e lateral com dois níveis tipo “bolha” acoplados, tanto na haste, onde estão localizados os sensores de luz, quanto na ponta da haste, onde está localizada a câmera equipada com lente “olho de peixe”.

O foco da lente foi utilizado no modo contínuo visando uma melhor captação do movimento do dossel. O tempo de abertura do obturador foi estabelecido em 0,5 segundo. As amostragens foram realizadas em dias nublados, com predomínio da radiação difusa, conforme recomendação feita por Caruso e Rocha (2000).

Foram realizadas cinco amostras em cada unidade amostral de 500 m², de maneira que cada amostra representasse uma subunidade de 100 m² (10 m x 10 m). O ponto de mensuração foi determinado como o centro de cada subunidade, conforme apresentado na Figura 7.

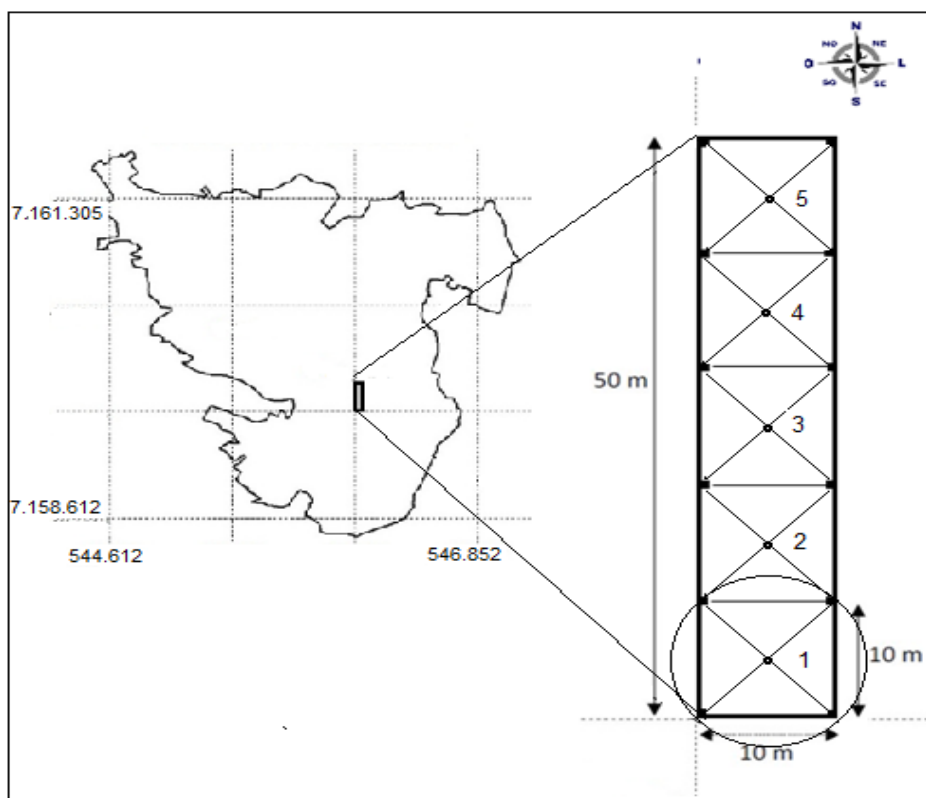


FIGURA 7 – COLETA DE DADOS DE ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF) E ÂNGULO MÉDIO DA FOLHA (AMF), EM CADA UNIDADE AMOSTRAL.

FONTE: O autor (2015)

Os dados capturados pelo aparelho foram armazenados em uma planilha eletrônica, os quais passaram a compor, juntamente com os outros dados ambientais, a matriz multivariada.

Para obtenção dos valores de Índice de Área Foliar (IAF) e Ângulo Médio da Folha (AMF) foi utilizado o Aparelho Imageador do departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

3.2.2 Análise físico-química do solo

A coleta das amostras para análises químicas e de granulometria foi realizada utilizando-se de amostras de solo coletadas com auxílio de um trado tipo holandês, na profundidade de 0 a 20 cm. Foram utilizadas cinco amostras simples

retiradas no centro de cada subunidade, formando uma amostra composta, homogeneizada com o auxílio de um recipiente, do qual foi retirada uma amostra de cerca de 0,5 kg por unidade amostral. As amostras foram submetidas à análise laboratorial para determinação do Potencial de Hidrogênio - PH (CaCl_2), Matéria Orgânica, Fósforo (P) e Potássio (K) – solução Mehlich, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Alumínio (Al) e Hidrogênio e Alumínio (H+Al). A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (2006).

A Inclinação do Terreno foi avaliada com o uso de um Clinômetro Eletrônico, obtendo-se a inclinação percentual de cada uma das 50 unidades amostrais.

A Profundidade foi avaliada com o uso de um trado de solo, até a profundidade de 0,60 metro, e quando a profundidade excedia a capacidade do trado foi introduzida uma haste metálica de 1,20 metros. As medições de Profundidade do Solo foram realizadas no centro de cada unidade amostral.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados coletados, utilizando-se técnicas de Análise Multivariada, foram identificados previamente, na área de estudo, dois grupos florísticos nos quais foram determinadas as suas principais espécies por meio da fitossociologia. As espécies encontradas em cada grupo foram selecionadas e a sua distribuição diamétrica e sua relação com os fatores ambientais foram estudadas com técnica de Correspondência Canônica.

3.3.1 Grupo 1

A primeira matriz foi composta pelas 73 espécies presentes em cada uma das 38 unidades amostrais, conforme Análise Fitossociológica. A segunda matriz

foi composta por 16 variáveis ambientais, mensuradas em cada uma das 38 unidades amostrais do grupo formado.

A partir da matriz principal composta pelo número de espécies em cada unidade amostral e da segunda matriz composta pelas variáveis ambientais, obteve-se os coeficientes de Correlação Canônica expresso nos eixos 1, 2 e 3, conforme apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS TRÊS EIXOS DE ORDENAÇÃO DO GRUPO 1.

Variáveis Ambientais	Correlações		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
1 Ph (Potencial hidrogeniônico)	-0,006	0,336	-0,332
2 K (Potássio)	-0,059	-0,557	-0,199
3 Ca (Cálcio)	-0,267	-0,248	-0,199
4 Mg (Magnésio)	-0,037	-0,586	-0,013
5 Al (Alumínio)	0,215	0,025	0,186
6 Na (Sódio)	0,176	-0,066	-0,120
7 MO (Matéria orgânica)	-0,012	-0,302	0,210
8 P (Fósforo)	0,045	-0,379	0,102
9 Are g (Areia Grossa)	-0,272	0,037	-0,001
10 Are f (Areia fina)	-0,191	-0,123	-0,089
11 Silt (Silte)	0,184	-0,078	-0,169
12 Argi (Argila)	-0,120	0,083	0,175
13 AAF (Índice de Área Foliar)	-0,254	0,167	-0,527
14 AMF (Ângulo Médio das Folhas)	0,033	-0,089	0,300
15 Incl (Inclinação do Terreno)	0,144	0,228	-0,001
16 Prof (Profundidade do Solo)	-0,434	0,368	-0,308

FONTE: O autor (2015)

Os valores em negrito mostram as variáveis que mais influenciaram na produção das espécies arbóreas representadas pelos maiores autovalores nos três eixos canônicos.

Dentre os componentes físicos, a Profundidade do Solo (Prof. = 0,434) no eixo 1, foi o que mais contribuiu para a distribuição das espécies, sendo também a variável de maior influência entre os três eixos de ordenação. Para o eixo 2 de ordenação os componentes químicos do solo o teor de Magnésio (Mg) foi o que

mais contribuiu na distribuição das espécies. Enquanto que no eixo 3, o Índice de Área Foliar (IAF), foi o que mais contribuiu.

Segundo Ter Braak (1987), esses gradientes apontam para pequenas alterações na diversidade de espécies, variando quanto aos fatores ambientais para cada espécie. Os três eixos de ordenação explicaram 5,2%, 5,1% e 4,1% respectivamente, totalizando 14,4% do total da variância explicada. O restante da variância pode ser explicado por outras variáveis ambientais não medidas. Os autovalores apresentados nos três eixos encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 - AUTOVALORES E VARIÂNCIAS PARA OS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA NO GRUPO 1.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	0,247	0,241	0,193
% da variância explicada	5,2	5,1	4,1
Variâncias acumuladas explicadas	5,2	10,3	14,4
Pearson Correlation, Spp-Env ^t *	0,923	0,919	0,852

* Significativo para $p > 95\%$. – Análise de *Correspondencia Canônica*

FONTE: O autor (2015)

O teste de Correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e as espécies arbóreas foi satisfatório para os dois primeiros eixos. O teste de Monte Carlo, apresentado na Tabela 8, foi significativo ($p < 0,05$), indicando que as variações não ocorreram ao acaso para o maior autovalor.

TABELA 8 - TESTE DE MONTE CARLO PARA AS CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS PARA O GRUPO 1.

Eixo	Dados Reais	Dados aleatorizados			
	Correlação Índices/Variáveis Ambientais	Média	Mínimo	Máximo	Prop
1	0,923	0,924	0,862	0,971	0,5756
2	0,918	0,906	0,830	0,972	
3	0,852	0,898	0,773	0,971	

Prop = proporção de sucessões aleatorizadas com índices ambientais. Correlação maior ou igual do que o observado para as correlações índices-variáveis

ambientais, por exemplo: $p = (1 + n^{\circ} \text{ permutações} \geq \text{observado}) / (1 + n^{\circ} \text{ permutações})$. Assim, p não é relatado para os eixos 2 e 3 pois usando um simples teste de aleatorização para estes eixos pode inviabilizar os valores de p.

A Tabela 9 apresenta as dez principais espécies do grupo 1, pelo valor de importância, utilizadas para construir os eixos de ordenação.

TABELA 9 - RELAÇÃO DAS 10 ESPÉCIES SELECIONADAS POR VALOR DE IMPORTÂNCIA, NO GRUPO 1.

Grupo Florístico	Espécies
Grupo 1	<i>Curitiba prismatica</i>
	<i>Casearia obliqua</i>
	<i>Casearia sylvestris</i>
	<i>Ilex paraguariensis</i>
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
	<i>Ocotea porosa</i>
	<i>Myrciaria delicatula</i>
	<i>Casearia decandra</i>
	<i>Cinnamomum glaziovii</i>
	<i>Ocotea puberula</i>

Fonte: O autor (2015)

A partir da matriz principal foram selecionadas as dez principais espécies pelo Valor de Importância (VI) e da segunda matriz composta pelas variáveis ambientais, obteve-se os eixos de ordenação canônica expressos como eixos x (eixo 1), y (eixo 2) e z (eixo 3), onde as espécies foram representadas por pontos e as variáveis por vetores.

O comprimento da seta indica a importância da variável ambiental, a direção indica quanto o ambiente está correlacionado com os eixos de composição das espécies e o ângulo entre as setas indica o grau de correlação entre as variáveis.

As Figuras 8, 9 e 10 mostram as possíveis associações entre os três eixos de ordenação, as relações entre as variáveis ambientais representadas na forma de vetores e as espécies representadas por pontos.

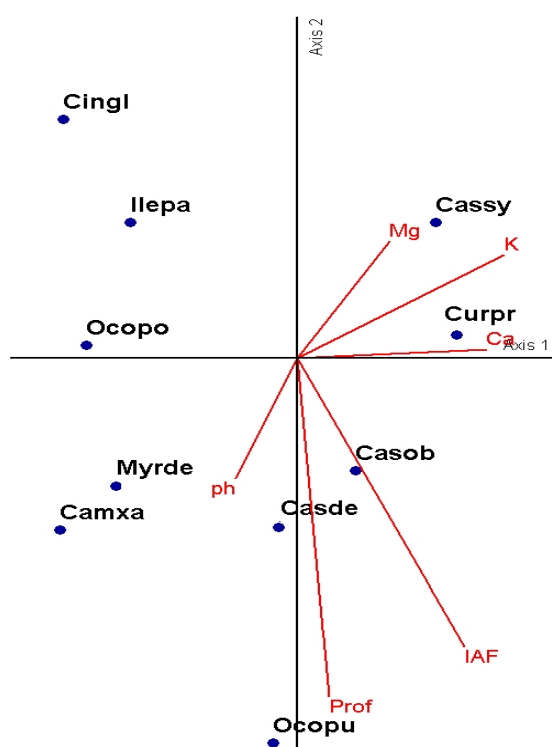


FIGURA 8 – DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 1 - 2, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 1.

Fonte: O autor (2015)

As espécies estão representadas por siglas (primeiras letras do epíteto específico): *Campomanesia xanthocarpa* (Camxa), *Casearia decandra* (Casde), *Casearia obliqua* (Casob), *Casearia sylvestris* (Cassy), *Cinnamomum glaziovii* (Cingl), *Curitiba prismatica* (Curpr), *Ilex paraguariensis* (Ilepa), *Myrciaria delicatula* (Myrde), *Ocotea porosa* (Ocopo) e *Ocotea puberula* (Ocopu). Variáveis ambientais: Potássio (K), Cálcio (Ca), Alumínio (Al), Sódio (Na), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Potencial Hidrogeniônico (PH), Matéria Orgânica (MO), Silte (Silt), Argila (Argi), Areia Grossa (Are g), Areia Fina (Are f), Índice de Área Foliar (IAF), Ângulo Médio da Folha (AMF), Inclinação do Terreno (Incli), Profundidade do Solo (Prof).

Na correlação entre os eixos 1 - 2, observa-se que a espécie *Curitiba prismatica* (Curpr) agrupa-se mais próxima aos autovalores de Ca (Cálcio) e Potássio (K), mostrando uma relação mais estreita com esses fatores químicos do

solo, indicando uma maior sensibilidade dessa espécie em relação a esses elementos químicos, além de uma influência de menor intensidade com os teores de magnésio (Mg). O sentido e direção contrária para os autovalores de Ph demonstram uma correlação negativa, visto que são fatores antagônicos que concorrem por sítios de ligação no solo.

A espécie *Casearia sylvestris* (Cassy) apresentou correlação direta com os teores de Magnésio (Mg), e com menor intensidade, para os teores de Potássio (K) e Cálcio (Ca).

As espécies *Casearia obliqua* (Casob), *Casearia decandra* (Casde) e *Ocotea puberula* (Ocopu) agrupam-se mais próximas aos autovalores de Índice de Área Foliar (IAF) e Profundidade do Solo (Prof), mostrando uma relação mais estreita desse grupo com relação aos fatores físicos do solo. A espécie *Casearia obliqua* (Casob) tem alta influência do Índice de Área Foliar (IAF), por se tratar de uma espécie Heliófila, de grande porte encontrada nos estratos superiores da floresta, enquanto que a *Casearia decandra* (Casde) tem influência direta com relação ao Potencial Hidrogeniônico (PH), e mais fortemente com a Profundidade do Solo (Prof) no eixo 2. A espécie *Ocotea puberula* (Ocopu) é fortemente relacionada com a Profundidade do Solo (Prof).

As espécies *Campomanesia xanthocarpa* (Camxa), *Myrciaria delicatula* (Myrde) e *Casearia decandra* (Casde), são mais influenciadas pelo potencial hidrogeniônico (pH), enquanto que as espécies *Ilex paraguariensis* (Ilepa), *Ocotea porosa* (Ocopo) e *Cinnamomum glaziovii* (Cingl) agrupam-se mais distantes desses autovalores demonstrando pouca relação com os fatores físico-químicos do solo, analisados.

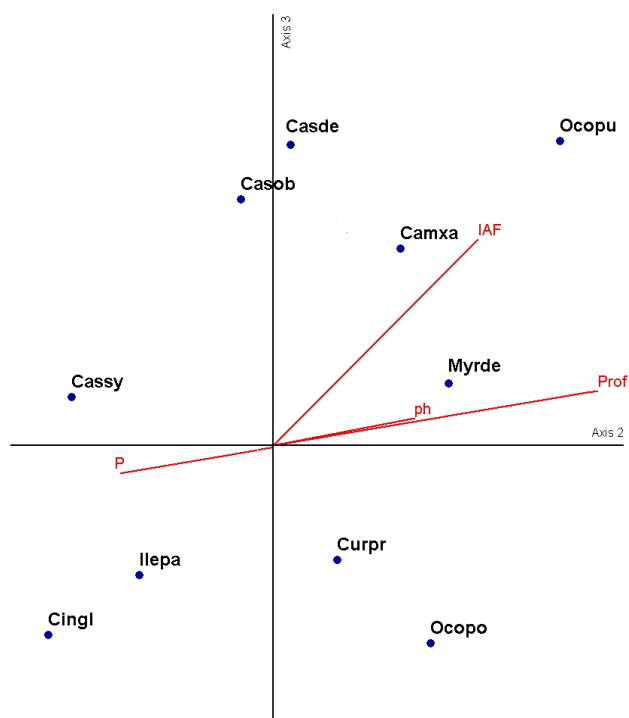


FIGURA 9 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 2 - 3, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 1.

Fonte: O autor (2015)

Quando correlacionados os eixos 2 – 3, as espécies *Campomanesia xanthocarpa* (Camxa) e *Ocotea puberula* (Ocopu) são mais influenciadas pelos autovalores de Índice de Área Foliar (IAF), mostrando uma relação mais estreita com os fatores físicos do solo, enquanto que a espécie *Myrciaria delicatula* (Myrde), apresenta maior correlação com o Potencial Hidrogeniônico (PH) e Profundidade do Solo (Prof), com uma relação relativamente menor com o Índice de Área Foliar (IAF).

As espécies *Casearia sylvestris* (Cassy), *Ilex paraguariensis* (Ilepa) e *Cinnamomum glaziovii* (Cingl), são influenciadas pelos teores de Fósforo (P) no solo.

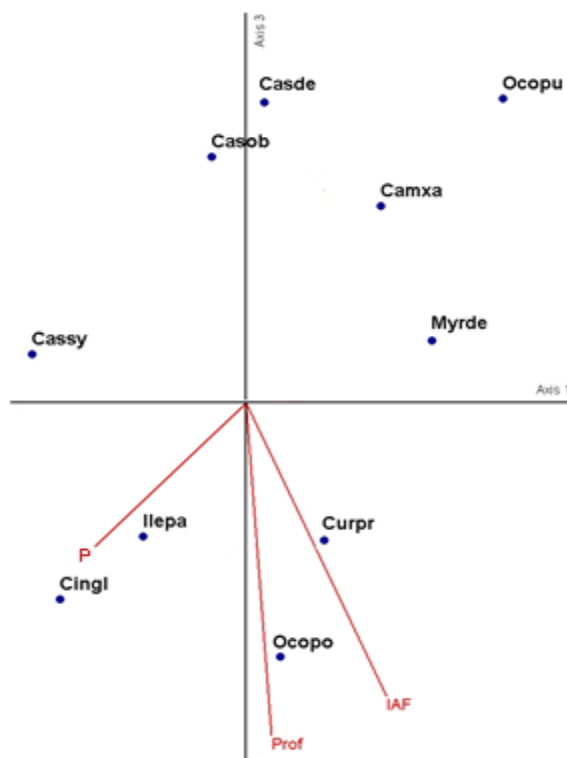


FIGURA 10 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 1 - 3, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 1.

Fonte: O autor (2015)

Na correlação entre os eixos 1 – 3, a espécie *Curitiba prismatica* (Curpr) apresenta maior influência do Índice de Área Foliar (IAF), o qual juntamente com a Profundidade do Solo (Prof), são os fatores ambientais que apresentam forte relação com a espécie *Ocotea puberula* (Ocopu). As espécies *Ilex paraguariensis* (Ilepa) e *Cinnamomum glaziovii* (Cingl) são influenciadas pelos teores de Fósforo (P) no solo. As demais espécies são pouco correlacionadas com os fatores ambientais Índice de Área Foliar (IAF), Profundidade do Solo (Prof) e teores de Fósforo (P).

3.3.2 Grupo 2

A primeira matriz foi composta pelas 69 espécies presentes em cada uma das 12 unidades amostrais. A segunda matriz foi composta por 11 variáveis ambientais, mensuradas nas 12 unidades amostrais do grupo 2. A redução das variáveis ambientais se fez necessária devido ao fato de que o Programa PC-org impõe a restrição de que o número de variáveis ambientais deve ser menor que o número de unidades amostrais analisadas.

A partir da matriz principal composta pelo número de espécies em cada unidade amostral e da segunda matriz composta pelas variáveis ambientais, obteve-se os coeficientes de Correlação Canônica expresso nos eixos 1, 2 e 3, conforme apresentados na Tabela 10.

TABELA 10 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS TRÊS EIXOS DE ORDENAÇÃO DO GRUPO 2.

Variáveis Ambientais	Correlações		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
1 K (Potássio)	-0,388	0,146	-0,054
2 Ca (Cálcio)	-0,369	0,447	-0,009
3 Al (Alumínio)	0,300	-0,057	0,024
4 P (Fósforo)	-0,318	-0,058	0,078
5 Are g (Areia Grossa)	-0,159	-0,078	0,064
6 Silt (Silte)	-0,342	0,561	-0,177
7 Argi (Argila)	0,354	-0,466	0,139
8 IAF (Índice de Área Foliar)	-0,479	0,215	0,237
9 AMF (Ângulo Médio das Folhas)	-0,006	-0,611	0,090
10 Incl (Inclinação do Terreno)	-0,188	-0,188	0,231
11 Prof (Profundidade do Solo)	0,211	0,476	0,225

FONTE: O autor (2015)

Os valores em negrito mostram as variáveis que mais influenciaram na produção das espécies arbóreas representadas pelos maiores autovalores nos três eixos canônicos.

Dentre os componentes físicos, o Índice de Área Foliar (IAF = -0,479) no eixo 1 e (IAF = 0,237) no eixo 3, foi o que mais contribuiu para a distribuição das

espécies, sendo também a variável de maior influência entre os três eixos de ordenação. Para o eixo 2 de ordenação o componente físico do solo Ângulo Médio das folhas (AMF = -0,611) foi o que mais contribuiu na distribuição das espécies.

Segundo Ter Braak (1987), esses gradientes apontam para pequenas alterações na diversidade de espécies. Os três eixos de ordenação explicaram 19,0%, 13,1% e 11,7% respectivamente, totalizando 43,8% do total da variância explicada. O restante da variância pode ser explicado por outras variáveis não medidas, conforme apresentado na Tabela 11.

TABELA 11 - AUTOVALORES E VARIÂNCIAS PARA OS EIXOS DE ORDENAÇÃO DA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA NO GRUPO 2.

	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Autovalores	0,490	0,377	0,301
% da variância explicada	19,0	13,1	11,7
Variância acumulada	19,0	32,1	43,8
Pearson Correlation, Spp-Env ^t *	0,998	0,948	0,912

Significativo para $p > 95\%$. CCA – *Canonical Correspondence Analysis* *

FONTE: O autor (2015)

O teste de Correlação de Pearson entre as variáveis ambientais e as espécies arbóreas foi satisfatório para os dois primeiros eixos. O teste de Monte Carlo, conforme Tabela 12, foi significativo ($p < 0,05$), indicando que as variações não ocorreram ao acaso para o maior autovalor.

TABELA 12 - TESTE DE MONTE CARLO PARA AS CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS PARA O GRUPO 2.

Eixo	Dados Reais	Dados aleatorizados			
	Correlação Índices/Variáveis Ambientais	Média	Mínimo	Máximo	Prop
1	0,995	0,997	0,985	1,000	0,002
2	0,993	0,999	0,991	1,000	
3	0,991	0,999	0,989	1,000	

Fonte: O autor (2015)

Prop = proporção de sucessões aleatorizadas com índices ambientais. Correlação maior ou igual do que o observado para as correlações índices-variáveis ambientais, por exemplo: $p = (1 + n^{\circ} \text{ permutações} \geq \text{observado}) / (1 + n^{\circ} \text{ permutações})$. Assim, p não é relatado para eixos 2 e 3 pois usando um simples teste de aleatorização para estes eixos pode inviabilizar os valores de p.

A Tabela 13 apresenta as dez principais espécies do grupo 2, pelo valor de importância, utilizadas para representar os eixos de ordenação.

TABELA 13 - RELAÇÃO DAS 10 ESPÉCIES SELECIONADAS POR VALOR DE IMPORTÂNCIA, NO GRUPO 2.

Grupo Florístico	Espécies
Grupo 2	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
	<i>Casearia obliqua</i>
	<i>Casearia sylvestris</i>
	<i>Curitiba prismatica</i>
	<i>Ocotea puberula</i>
	<i>Casearia decandra</i>
	<i>Cinnamodendron dinisii</i>
	<i>Araucaria angustifolia</i>
	<i>Casearia lasiophylla</i>
	<i>Machaerium stipitatum</i>

Fonte: O autor (2015)

O comprimento da seta indica a importância da variável ambiental, a direção indica quanto o ambiente está correlacionado com os eixos de composição das espécies e o ângulo entre as setas indica o grau de correlação entre as variáveis.

As Figuras 11, 12 e 13 mostram as possíveis associações entre os três eixos de ordenação, as relações entre as variáveis ambientais representadas na forma de vetores e as espécies representadas por pontos.

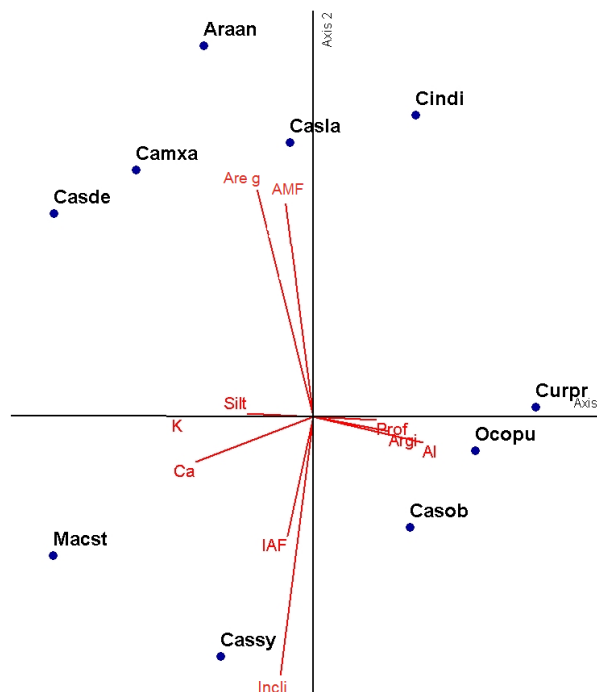


FIGURA 11 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 1 - 2, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 2.

Fonte: O autor (2015)

As espécies estão representadas por siglas (primeiras letras do epíteto específico): *Campomanesia xanthocarpa* (Camxa), *Casearia obliqua* (Casob), *Casearia sylvestris* (Cassy), *Curitiba prismatica* (Curpr), *Casearia decandra* (Casde), *Ocotea puberula* (Ocopu), *Casearia decandra* (Casde), *Cinnamodendron dinisii* (Cindi), *Araucaria angustifolia* (Araan), *Casearia lasiophylla* (Casla) e *Machaerium stipitatum* (Macst). Variáveis ambientais: Potássio (K), Cálcio (Ca), Alumínio (Al), Fósforo (P), Silte (Silt), Argila (Argi), Areia Grossa (Are g), Índice de Área Foliar (IAF) Ângulo Médio das Folhas (AMF), Inclinação do Terreno (Incli) e Profundidade do Solo (Prof).

A partir da correlação entre os eixos 1 – 2, observa-se a formação de três grupos, de maneira que *Casearia decandra* (Casde), *Campomanesia xanthocarpa* (Camxa), *Araucaria angustifolia* (Araan), *Casearia lasiophylla* (Casla) e *Cinnamodendron dinisii* (Cindi) apresentam forte correlação com os fatores físicos do solo, Areia Grossa (Are g) e Ângulo Médio das Folhas (AMF). Um segundo grupo

apresenta a *Curitiba prismatica* (Curpr), *Ocotea puberula* (Ocopu) e *Casearia obliqua* (Casob) com forte influência dos fatores referentes a Profundidade do Solo (Prof), teor de Argila (Argi) e de Alumínio (Al) no solo. O terceiro grupo apresenta a *Casearia sylvestris* (Cassy) e *Machaerium stipitatum* (Macst) com forte interferência dos fatores ambientais Potássio (K), Cálcio (Ca), Silte (Silt), Índice de Área Foliar (IAF) e Inclinação do Terreno (Incli).

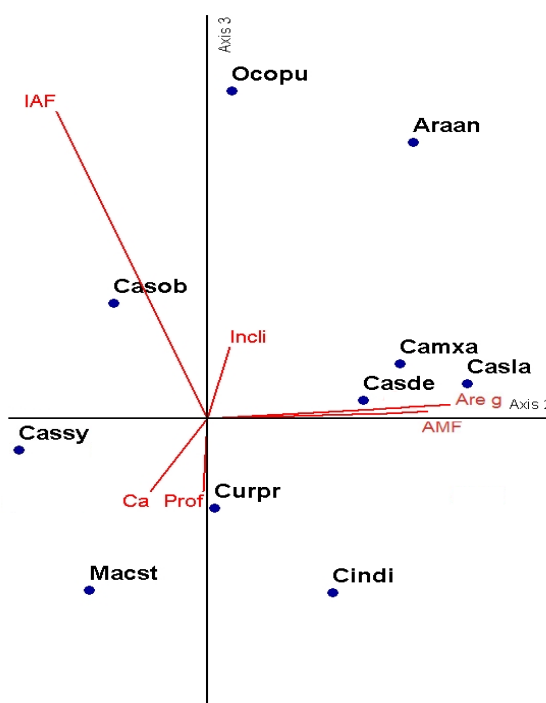


FIGURA 12 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 2 - 3, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 2.

Fonte: O autor (2015)

A partir da correlação entre os eixos 2 – 3, observa-se que a *Casearia decandra* (Casde), *Campomanesia xanthocarpa* (Camxa), e *Casearia lasiophylla* (Casla) apresentam forte correlação com o fator físico do solo Areia Grossa (Are g) e Ângulo Médio das Folhas (AMF). *Curitiba prismatica* (Curpr) é fortemente influenciada pela Profundidade do Solo (Prof), enquanto que *Casearia sylvestris* (Cassy) e *Casearia obliqua* (Casob) com o Índice de Área Foliar (IAF).

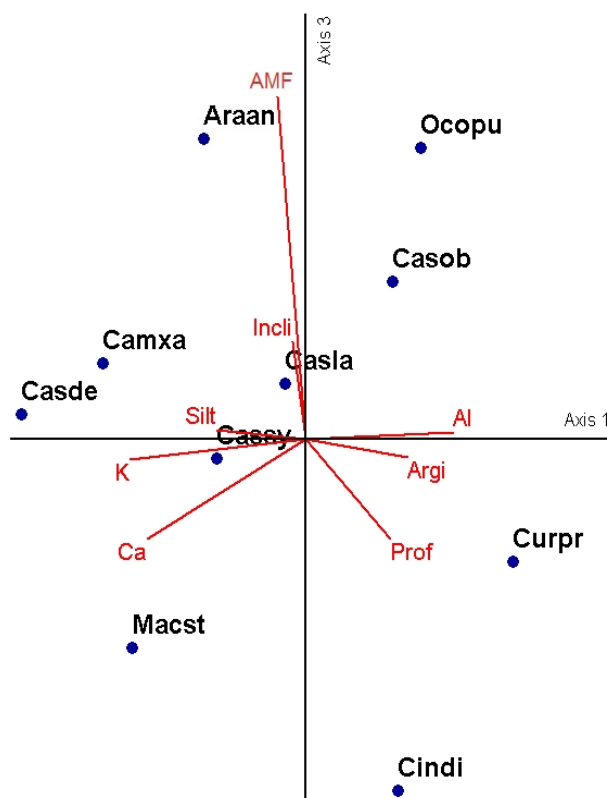


FIGURA 13 - DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO DOS EIXOS 1 - 3, PRODUZIDOS PELA CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO GRUPO 2.

Fonte: O autor (2015)

A partir da correlação entre os eixos 1 – 3, observa-se que *Araucaria angustifolia* (Araan) tem forte influência do Ângulo Médio das Folhas (AMF) o qual juntamente com a Inclinação do Terreno (Incli) influenciam *Casearia lasiophylla* (Casla). Os teores de Potássio (K), Cálcio (Ca), Silte (Silt) tem correlação com as espécies *Casearia decandra* (Casde), *Campomanesia xanthocarpa* (Camxa), *Casearia sylvestris* (Cassy) e *Machaerium stipitatum* (Macst). *Curitiba prismatica* (Curpr) sofre forte influência dos fatores referentes a Profundidade do Solo (Prof), teor de Argila (Argi) e de Alumínio (Al) no solo.

3.4 CONCLUSÕES

A partir da Correspondência Canônica entre os dados ambientais e as espécies encontradas no grupo 1, é possível determinar que os componentes físicos, a Profundidade do Solo (Prof.) e Índice de Área Foliar (IAF), bem como os componentes químicos do solo teores de Potássio (K) e teor de Magnésio (Mg), são os que mais contribuíram na distribuição das espécies na área.

No grupo 1, *Curitiba prismatica*, espécie com maior valor de importância do grupo, agrupa-se mais próxima aos autovalores de fatores químicos do solo, obtendo correlação negativa para os teores de Cálcio (Ca) no solo, consequentemente, obteve correlação positiva para os teores de Alumínio (Al) observados na área, indicando uma maior sensibilidade da espécie em relação a esses elementos, além de sofrer menor influência dos teores de Potássio (K) e Magnésio (Mg).

No grupo 2, os componentes físicos, Índice de Área Foliar (IAF) e Ângulo Médio das Folhas (AMF), são determinantes para a distribuição das espécies, sendo também as variáveis de maior influência na área, enquanto que os componentes químicos como teor de Potássio (K) e teor de Cálcio (Ca) estão entre os que mais influenciam na distribuição das espécies.

Na área do grupo 2, *Campomanesia xanthocarpa*, apresentou maior correlação com as variáveis ambientais de Ângulo Médio das Folhas (AMF), Areia Grossa (Are g) e Inclinação do Terreno (Incli), o que é explicado pelo fato desta área ser composta por espécies com maior área basal, indivíduos de maior porte e que competem por luz. Também esse grupo tem suas unidades amostrais próximas a córregos com alta hidromorfia e situadas nas porções mais inclinadas do fragmento.

A partir da técnica de Correspondência Canônica constata-se que há uma rede de interações entre os fatores ambientais e as espécies que se agrupam entre os eixos de Correlação Canônica por possuírem nichos ecológicos mais próximos, dentro das condições analisadas. Como consequência disso, quanto maior o grupo e maior a proximidade entre as espécies nos dois primeiros eixos canônicos, maior será o potencial de competição entre as espécies analisadas.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1 CONCLUSÕES

As diferentes técnicas aplicadas neste trabalho possibilitaram uma avaliação e comparação em diferentes ângulos para os mesmos objetos de estudo. Apontam-se as principais conclusões:

- Na composição florística (89 espécies, 64 gêneros e 42 famílias) determinada mediante o inventário florestal constata-se que o padrão florístico que caracteriza a Floresta Ombrófila Mista também é seguido na área do Faxinal Marmeleiro de Baixo. Segundo os índices obtidos, sua diversidade pode ser considerada alta.
- As principais famílias encontradas no Faxinal Marmeleiro de Baixo foram Myrtaceae (16 spp.), Lauraceae (10 spp.), Fabaceae (7 spp.), Salicaceae (6 spp.) e Sapindaceae (6 spp.), caracterizando essa vegetação como Floresta Ombrófila Mista.
- A Análise de Agrupamento para a determinação de grupos de parcelas, empregando o uso da distância euclidiana média como medida de similaridade, e o método de ligação Ward para realizar os agrupamentos, permite que grande quantidade de dados heterogêneos sejam agrupados com características afins, de maneira rápida e confiável, sendo gerados assim, dois grupos, sendo o grupo 1 com 38 unidades amostrais e o grupo 2 com 12 unidades amostrais.
- Através da Análise Fitossociológica de cada grupo e das espécies componentes foi possível definir que *Curitiba prismática*, no Grupo 1, e *Campomanesia xanthocarpa*, no Grupo 2, são espécies determinantes em cada grupo por possuírem o maior Valor de Importância (VI) e maior poder de representar os grupos florísticos nesse fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

- A Correspondência Canônica entre os dados ambientais e as espécies encontradas determina que os componentes físicos como a Profundidade do Solo (Prof.), Índice de Área Foliar (IAF) e Ângulo Médio das Folhas (AMF) são determinantes para a distribuição das espécies, sendo também as variáveis de maior influência na área. Enquanto que os componentes químicos do solo teores de Potássio (K) e teor de Magnésio (Mg), teor de Cálcio (Ca), estão entre os que mais influenciam na distribuição das espécies, porém com menor capacidade de determinação que os componentes físicos.
- A Correspondência Canônica determina que *Curitiba prismatica*, espécie com maior Valor de Importância (VI) no Grupo 1, tem maior relação com os fatores químicos no solo, como os teores de Cálcio (Ca), de Potássio (K) e de magnésio (Mg). No Grupo 2 *Campomanesia xanthocarpa* com maior Valor de Importância (VI), apresenta maior relação com os fatores físicos do solo, como o Ângulo Médio das Folhas (AMF) e Areia Grossa (Are g).
- A partir da técnica de Correspondência Canônica constata-se que há uma rede de interações entre os fatores ambientais e as espécies que se agrupam entre os eixos de Correlação Canônica por possuírem nichos ecológicos mais próximos, dentro das condições analisadas.

4.2 RECOMENDAÇÕES

- Estudos mais detalhados dos estágios sucessionais da floresta sob Sistema Faxinal, devido aos diferentes níveis de antropização que essas áreas apresentam, sendo utilizadas para o pastoreio há mais de um século.
- Pesquisas referente a formação de agrupamentos florísticos, levando em consideração fatores sócio-ambientais como a distância que as unidades amostrais se encontram das residências, distância de caminhos e intensidade e tráfego de animais.

- Estudos em cada grupo florístico formado, baseando-se em informações de declividade, hidromorfia e dados sócio-ambientais, uma vez que os fatores físicos demonstram maior interferência da formação dos grupos florísticos do que os fatores químicos;
- Acompanhar o crescimento dos indivíduos arbóreos na área de Faxinal, a fim de verificar a fase de crescimento da vegetação.
- Proceder estudos da idade (dendrocronologia) das principais espécies e daquelas discriminantes de grupos, verificando a época que determinada espécie entrou no sistema.
- Realizar estudos mais detalhados de análise espacial, acompanhando as mudanças de comportamento da dependência espacial ao longo do tempo, definindo critérios de manejo e de adensamento de erva-mate, criando áreas de produção florestal, com diferentes níveis de intervenção segundo a Importância Ambiental (IA) que possua cada área.
- Efetiva aplicação das verbas do ICMS Ecológico nas áreas de faxinal, buscando tornar o sistema viável economicamente a partir da aplicação de técnicas de manejo adequadas ao sistema oriundas de pesquisas.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: LISTA DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS E CATALOGADAS NO HERBÁRIO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-IRATI

Espécie	Nº Par	NºÁrv	Latit	Longit	HUCO
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	4	6	-25.6675°	-50.5549°	6435
<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.W. Grimes	16	14	-25.6899°	-50.5465°	6427
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	19	9	-25.6845°	-50.5465°	6305
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	35	2	-25.6882°	-50.5425°	6298
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	20	21	-25.6803°	-50.5466°	6290
<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	18	11	-25.6863°	-50.5465°	6415
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	12	17	-25.6804°	-50.5487°	6085
<i>Aspidosperma pyricollum</i> Müll. Arg.	30	12	-25.6898°	-50.5444°	6436
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	50	12	-25.6747°	-50.5325°	6102
<i>Banara tomentosa</i> Clos	19	5	-25.6845°	-50.5464°	6418
<i>Bunchosia maritima</i> (Vell.) J.F. Macbr.	10	26	-25.6709°	-50.5508°	6202
<i>Calyptanthus grandifolia</i> O. Berg	34	42	-25.6896°	-50.5423°	6197
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	2	1	-25.6692°	-50.5569°	6292
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) ex O. Berg	29	6	-25.6881°	-50.5445°	6099
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	6	4	-25.6806°	-50.5507°	6429
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	12	26	-25.6803°	-50.5487°	6086
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	1	6	-25.6674°	-50.5569°	6308
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	49	14	-25.6727°	-50.5325°	6096
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	14	25	-25.6878°	-50.5487°	6419
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	34	10	-25.6899°	-50.5425°	6423
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	18	9	-25.6863°	-50.5465°	6301
<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green	35	24	-25.6877°	-50.5424°	6437
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	19	3	-25.6845°	-50.5464°	6413
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	22	12	-25.6689°	-50.5465°	6094
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	44	15	-25.6727°	-50.5386°	6293
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	36	3	-25.6880°	-50.5406°	6097
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	16	13	-25.6899°	-50.5465°	6433
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll. Arg.	12	6	-25.6805°	-50.5488°	6296
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1	22	-25.6672°	-50.5570°	6091
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	16	15	-25.6899°	-50.5465°	6425
<i>Curitiba prismatica</i> (D. Legrand) Salywon & L. R. Landrum	12	29	-25.6803°	-50.5487°	6303
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	32	29	-25.6926°	-50.5425°	6430
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	10	19	-25.6708°	-50.5507°	6309
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	34	2	-25.6899°	-50.5425°	6440

Continua...

APÊNDICE 1: LISTA DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS E CATALOGADAS NO
HERBÁRIO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-
OESTE, UNICENTRO-IRATI

...continuação					
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	1	25	-25.6671°	-50.557°	6200
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	40	12	-25.6916°	-50.5387°	6107
<i>Eugenia handroana</i> D. Legrand	24	17	-25.6673°	-50.5446°	6201
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	50	8	-25.6747°	-50.5326°	6195
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	18	23	-25.6862°	-50.5465°	6424
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	33	20	-25.6915°	-50.5426°	6294
<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	33	44	-25.6913°	-50.5426°	6103
<i>Eugenia uniflora</i> L.	28	10	-25.6862°	-50.5443°	6438
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	46	26	-25.6688°	-50.5345°	6428
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	46	14	-25.669°	-50.5346°	6198
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	50	2	-25.6747°	-50.5326°	6110
<i>Ilex theizans</i> Mart. ex Reissek	18	24	-25.6862°	-50.5466°	6307
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	39	15	-25.6926°	-50.5407°	6302
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	23	19	-25.6673°	-50.5466°	6196
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	16	26	-25.6897°	-50.5465°	6306
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	16	19	-25.6897°	-50.5465°	6412
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	33	36	-25.6915°	-50.5427°	6300
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	33	37	-25.6915°	-50.5427°	6295
<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	42	3	-25.6783°	-50.5387°	6426
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	24	27	-25.6670°	-50.5445°	6204
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	34	23	-25.6899°	-50.5425°	6416
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	40	23	-25.6916°	-50.5387°	6106
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	12	21	-25.6803°	-50.5487°	6089
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	6	16	-25.6802°	-50.5507°	6092
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	29	11	-25.6880°	-50.5445°	6100
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	17	17	-25.6881°	-50.5466°	6414
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	30	17	-25.6897°	-50.5445°	6417
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	49	28	-25.6726°	-50.5325°	6194
<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	46	29	-25.6689°	-50.5346°	6101
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	12	10	-25.6804°	-50.5488°	6093
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	26	5	-25.6746°	-50.5445°	6421
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	12	19	-25.6803°	-50.5487°	6422
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	50	5	-25.6747°	-50.5325°	6111
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	34	12	-25.6899°	-50.5424°	6203
<i>Ocotea elegans</i> Mez	38	11	-25.6916°	-50.5407°	6105
<i>Ocotea odorifera</i> Rohwer	37	3	-25.6900°	-50.5406°	6304
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	1	26	-25.6671°	-50.5569°	6090
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	12	2	-25.6805°	-50.5486°	6088
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	32	38	-25.6926°	-50.5425°	6420
Continua...					

APÊNDICE 1: LISTA DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS E CATALOGADAS NO
HERBÁRIO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-
OESTE, UNICENTRO-IRATI

...continuação					
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	27	1	-25.6765°	-50.5445°	6098
<i>Picrasma crenata</i> Engl. in Engl. & Prantl	16	9	-25.6899°	-50.5465°	6299
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	5	18	-25.6670°	-50.5527°	6095
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D. Dietr.	40	2	-25.6917°	-50.5387°	6108
<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S. Edwards	48	35	-25.6707°	-50.5324°	6109
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	30	19	-25.6896°	-50.5445°	6432
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	41	1	-25.6865°	-50.5388°	6104
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	12	37	-25.6801°	-50.5488°	6087
<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schum.	29	12	-25.6879°	-50.5445°	6291
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	20	24	-25.6802°	-50.5466°	6199
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	2	30	-25.6688°	-50.5569°	6205
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	12	22	-25.6803°	-50.5487°	6297
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	32	39	-25.6925°	-50.5425°	6431
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	42	23	-25.6779°	-50.5388°	6206
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	26	14	-25.6746°	-50.5446°	6439
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	14	15	-25.6879°	-50.5487°	6434

REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, P. **Mapeamento dos remanescentes vegetais arbóreos do Estado do Paraná e elaboração de um Sistema de Informações Geográficas para fins de análise ambiental do estado**. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- ALBUQUERQUE, J. M. de. **Florística, Estrutura e aspectos físicos de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal no Município de Rebouças, Paraná**. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2009.
- ALBUQUERQUE, J. M. de; WATZLAWICK, L. F.; MESQUITA, N. S. de. Efeitos do uso em Sistema Faxinal na Florística e Estrutura em Duas Áreas da Floresta Ombrófila Mista no Município de Rebouças, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v. 21, p. 323-334, 2011.
- ALBUQUERQUE, M. A. de; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. da; SANTOS, E. S.; STOSIC, B.; SOUZA, A. L. de; Estabilidade em Análise de Agrupamento: estudo de caso em ciência florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.257-265, 2006.
- ANDRADE, R. P.; BARCELLOS, A. de O.; ROCHA, C.M.C.de; Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. **Anais...**/ Brasília, SBZ, 1995, p. 147-193.
- ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; BARROS, P. L. C. de; FRANCO, S. Análise de Agrupamento da vegetação de um fragmento de floresta estacional decidual aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 133-147, 2004.
- ARCE, J. E. **FlorExel, versão 3.2.1**. Suplemento para Microsoft Excel®. Curitiba, 2007.
- AUBERT, E.; OLIVEIRA FILHO, A. de. Análise Multivariada da estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. em Lavras (MG). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 194-214. 1994.
- BACKES, A. Determinação da idade e regeneração natural de uma população de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um povoamento florestal localizado no município de Caxias do Sul, RS, Brasil. **Série Botânica**, Porto Alegre. n. 5 v. 56, p. 115-130, 2001.
- BAKKE, H. A.; LEITE, A. S. M.; SILVA, L. B. Estatística Multivariada: Aplicação da Análise Fatorial na Engenharia de Produção. **Revista Gestão Industrial**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa. v. 04, n. 04: p. 01-14, 2008.

BATISTA, J. **Análise Multivariada no planejamento de extensão florestal: subsídios para uma política de reocupação de áreas.** 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

BATISTA, J.L.F. **Spatial dynamics of trees in a brazilian atlantic tropical forest under natural and managed conditions.** 392 f. Thesis (Ph.D.) University of Washington, Seattle, 2004.

BOTREL, R.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.2, p. 195-213, 2002.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riserside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecol**, n.189, p. 187–200, 2007.

BUSSAB, W. de O.; MIAZAKI, É. S.; ANDRADE, D. F. de. **Introdução à Análise de Agrupamentos.** São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990.

CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do Estado de São Paulo, através de análises de segunda ordem, como a função K de Ripley.** 79 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) Universidade de São Paulo - USP, Piracicaba, 2004.

CARUZZO, A.; ROCHA, H. R. Estimativa do Índice de Área Foliar (IAF) em Regiões de Pastagem e Floresta com um método indireto ('gap fraction') durante o Experimento AMC/LBA-1999. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.** 2000. p.2478-2485.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A.; VILELA, E. A.; CURI, N.; BERG, E. V. D.; FONTES, M. A. L.; BOTEZELLI, L. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n.2, p. 329-345, 2005.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F. Sistemas silvipastoris para recuperação e desenvolvimento de pastagens. **Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite – FAO**, 2000.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA-CNPf; EMBRAPA- SPI, 1994. 640 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Centro Nacional de Pesquisa de Florestas – Colombo: EMBRAPA-CNPf Vol. 1. Brasília. 2003. 1039 p.

CHANG, M.Y. **Sistema Faxinal**: Uma forma de organização camponesa em desagregação no Centro Sul do Paraná. Boletim Técnico, n. 22. Londrina: IAPAR, 1988.

CHASE, M. W.; REVEAL, J. L. A phylogenetic classification of the land plants to accompany. Angiosperm Phylogeny Group III (APG III). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n. 2, p. 122-127, 2009.

CONDIT, R.; ASHTON, P.; BAKER, P. et al. Spatial Patterns in the distribution of tropical tree species. **Science**, v.288, p.1414-1418, 2000.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Divergência genética. In: CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1994. p. 287-323.

DA CROCE, D. **Caracterização espacial estrutural e fitossociológica da Reserva Genética Florestal de Caçador – SC, através da análise de componentes principais e sistemas de informações geográficas**. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

DUARTE, M. C.; SANTOS, J. B.; MELO, L. C. Comparison of similarity coefficients based on RAPD markers in the common bean. **Genetics and Molecular Biology**, v.22, n.3, p.427-432, 1999.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed., SIBCS. EMBRAPASPI: Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FAGUNDES, L. M. **Caracterização florística e estrutural do componente arbóreo de dois fragmentos de florestas ciliares na região do médio Rio Grande, em Alpinópolis e Passos, MG**. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

FELFILI, J. Determinação de padrões de distribuição de espécies em uma mata de galeria no Brasil Central com a utilização de técnicas de Análise Multivariada. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília v. 2, p. 35-47. 1998.

FERNANDES, A. D. **Modalidade de gestão do sistema de unidades de conservação: um estudo de caso nos Faxinais no município de Mandirituba, Paraná**. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

FERRETTI, A. R.; BORGES, R. S.; BRITEZ, R. M. Os estados da Mata Atlântica: Paraná. In.: CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica: uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006. p. 58-76.

FERRAZ, E. M. N.; ARAÚJO, E. L.; SILVA, S. I. Floristic similarities between lowland and montane areas of Atlantic Coastal Forest in Northeastern Brazil. **Plant Ecology**, v.174, n.1, p.59–70, 2004.

FLOSS, P. A., **Aspectos ecológicos e fitossociológicos no entorno de nascentes em formações florestais do Oeste de Santa Catarina**. 154f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

FONSECA, R.C.B.; RODRIGUES, R.R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, n. 57, p. 27-43, 2000.

FUPEF - Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Diagnóstico dos Remanescentes Florestais. In: **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO, Subprojeto Conservação do Bioma Floresta com Araucária**. Relatório Final, Vol. 1, 2001. 121p.

GAUCH, H. G.; T. R. WENTWORTH. Canonical correlation analysis as an ordination technique. **Vegetatio**, New York. American Midland, v.33: p. 17-22, 1976.

GITTINS, R.. **Canonical analysis**. A review with applications in ecology. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 1985.

GOMES, J. F. **Classificação e crescimento de grupos ecológicos da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

GOMES, M. C. U. D.; MACOHON, E. R.; KLOSOWSKI, A. L. Levantamento Fitossociologia no município de Prudentópolis - PR. **Rev. Terra Plural**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 91-97, 2010.

GOMIDE, L.; SCOLFORO, J.; OLIVEIRA, A.; BORGES, L.; CAMOLESI, J.; GOMES, E.; SILVA, C.; CARVALHO, L. Estrutura horizontal de fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio São Francisco. C. 6, p. 137-198. In: **Modelo fitogeográfico para áreas de preservação permanente. Um estudo da bacia hidrográfica do rio São Francisco**. Lavras - MG. Editora UFLA, 2005. 421p.

GOWER, J. C.; LEGENDRE, P. Metric and euclidean properties of dissimilarity coefficients, **Journal of Classification**, v. 3, p. 5-48, 1986.

GUERRA, A. J. T.; da SILVA, A. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, p.280-286, 1999.

HAASE, P.; PUGNAIRE, F.; CLARK, S. C.; INCOLL, L. D. Spatial pattern in Anthyllis cytisoides shrubland on abandoned land in southeastern Spain. **Journal of Vegetation Science**, v.8, p.627-634, 1997.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C.; BABIN, B.J.; **Análise Multivariada de Dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HALKIDI, M.; BATISTAKIS, Y.; VAZIRGIANNIS, M. On clustering validation techniques. *Journal of Intelligent Information Systems*, New York, NY. v. 17, n. 2-3, p. 107-145, 2001.

HIGUCHI, P; SILVA, A. C; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S.T.; GOMES, J. P.; SILVA, K. M.; SANTOS, K. F.; LINKE, C. ; PAULINO, P. S. . Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v. 22, p. 79-90, 2012.

HILL, M. O.; H. G. GAUCH. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. **Vegetatio** New York. American Midland, v.42: p. 47-58. 1980.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. rev. ampl. . Rio de Janeiro: 2012. 217 p.

JACKSON, A. A.; SOMERS, K. M.; HARVERY, H. H. Similarity coefficients: measures for cooccurrence and association or simply measures of occurrence? **American Naturalist**, v.133, p. 436-453, 1989.

JANUÁRIO, M.; VISWANADHAM, Y.; SENNA, R.C. Radiação solar total dentro e fora de floresta tropical úmida de terra firme (Tucuruí, Pará). **Acta Amazônica**, v.22, n.3, p. 335-340, 1992.

JOHNSON, R. A., WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. **Madison**: Prentice Hall International, 1982. 607p.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. **New Jersey**: Prentice Hall, 5ª ed., 2002. 767p.

JONCKHEERE, I., FLECK, S., NACKAERTS, K., MUYS, B., COPPIN, P., WEISS, M., e BARET, F. Review of methods for in situ leaf area index determination: Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. **Agricultural and forest meteorology**, v. 121, n. 1, p.19-35, 2004.

KANIESKI, M. R., **Caracterização Florística, Diversidade e Correlação Ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS**. 94f. Dissertação (Mestrado em engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

KURCHAIT, S. M. **Uso de métodos estatísticos multivariados em fitossociologia florestal**. 106f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

LEITÃO, M.M.V.B.R. **Balanço de radiação em três ecossistemas da Floresta Amazônica: campina, campinarana e mata densa**. 135f. Tese (Doutorado em

Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (INPE-5587-TDI/549). São José dos Campos, 1994.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil**. 197f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

LONGHI, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo – RS**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 1ª edição. Nova Odessa, SP: Ed. Plantarum Ltda. Vol 1. 1992. 352p.

MARDIA, A. K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1997. 518p.

MARQUES, C. L. G. **Levantamento preliminar sobre o Sistema Faxinal no Estado do Paraná**. Guarapuava: Relatório Técnico – IAP Instituto Ambiental do Paraná, 2004. 192 p.

MARQUES FILHO, A. O. Regime de radiação solar e características da vegetação: Modelos de inversão. **Acta Amazonica**, n. 27: p. 119-134, 1997.

MARTINS, S. V; SILVA, N. R. S; SOUZA, A. L; NETO, J. A. A. M. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 172–181, 2003.

MAZON, J. A. **Composição florística e fitossociológica de Floresta Ombrófila Mista em áreas sob manejo silvipastoril e sucessão secundária**. 158f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2014.

McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data version 6.0**. Oregon: MjM Software Design, 2006. 40 p.

MEYER JR, W. H. **Composição botânica e análise da interferência de variáveis ambientais de uma comunidade herbácea em sistema silvipastoril natural**. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2014.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 297 p.

MORO, R.; LIMA C. N. Vegetação arbórea do Faxinal Sete Saltos de Baixo, Ponta Grossa, PR. **Rev. Terra Plural**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 79-90, 2012.

MÜLLER, M. W.; ALMEIDA, C. M.; SENA GOMES, A. R. Sistemas agroflorestais com cacau como exploração sustentável dos biomas tropicais. In: MÜLLER, M. W. et al. (Eds.) **Sistemas Agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento de vida e sustento da vida**. Ilhéus: SBSAF/CEPLAC/UENF, p.169-180. 2004.

NARVAES, I. da S. **Classificação e caracterização da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS**. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; VILELA, E. A.; CURI, N.; FONTES, M. A. L.. Diversidade e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta tropical secundária do domínio da Floresta Atlântica 15 e 40 anos após o corte. **Revista brasileira Botânica**, São Paulo, v.27, n.4, p. 685-701, 2004.

PAIVA, R. **Fisiologia e produção vegetal**. UFLA, p.33-47. 2006.

PARANÁ. **Decreto Estadual n.º 3466 de 14 de agosto de 1997**. Dispõe as ARESUR – Áreas Especiais de Uso Regulamentado. Diário Oficial do Paraná, Curitiba, 1997.

PINTO, J. R. R.; OLIVEIRA FILHO A. T.; HAY, J. D. V. Influence of soil and topography on the composition of a tree community in central brazilian valley forest. **Edinburgh Journal of Botany**, Cambridge, v. 62, n. 1-2, p. 69-90, 2005.

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Fertilidade do solo e produtividade da pastagem em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 69, p.53, 2012.

REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 67, 2007.

RIBEIRO, S. B. **Classificação e ordenação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da Flona de São Francisco de Paula, RS**. 181f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

RIVERA, H. **Ordenamento territorial de áreas florestais utilizando avaliação multicritério apoiada por geoprocessamento, fitossociologia e Análise Multivariada**. 216f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

RODE, R. **Avaliação Florística e Estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista e de uma Vegetação Arbórea Estabelecida sob um Povoamento de Araucaria Angustifolia de 60 Anos**. 159f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S.; GALVÃO, F. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. **Acta Botânica Brasilica**, Curitiba, n. 1, p. 1-6. 1993.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-92, 2002.

RODERJAN, C. V. **Diagnóstico da Cobertura Vegetal da Área Proposta para a Construção da PCH São Jerônimo e do Contexto Vegetacional do seu entorno**. Curitiba: FUPEF, 2003.

RONDON NETO, R. M. KOSERA, C.; ANDRADE, R. R.; CECY, A. T.; HUMMES, A. P.; FRITZSONS, E.; CALDEIRA, M. V. W.; SOUZA, M. K. F. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de floresta ombrófila mista, em Curitiba - Pr, Brasil. **Rev. Floresta**, Curitiba, v. 1, n. 32, p. 3-16, 2002

ROSS, S. A **First Course in Probability**. 8ª ed. New Jersey: Prentice Hall Pearson. 521p. 2010

SANTANA, C. M.; MALINOVSKI, J. R. Uso da Análise Multivariada no estudo de fatores humanos em operadores de motosserra, **Revista Cerne**, v. 8, n. 2, p. 101–107, 2002.

SANTOS, A. A. P. Dos. **Avaliação florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista Montana urbana**. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SANTOS, J.H.S. et al. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p.387-396, 2004.

SANQUETTA, C.R.; MATTEI, E. Manejo racional da floresta de araucária. **Revista Meio Ambiente de Santa Catarina**, Florianópolis, v. 2, p. 58, 2002.

SAURESSIG, D. **Levantamento Dendrológico na Floresta Ombrófila Mista e Implementação de um Sistema de Identificação "Online"**. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2012.

SAWCZUK, A. R.; FILHO, A. F.; DIAS, A. N.; WATZLAWICK, L. F.; STEPKA, T. F. Alterações na estrutura e na diversidade florística no período 2002-2008 de uma Floresta Ombrófila Mista Montana do centro-sul do Paraná, Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 1-10, 2012.

SCUDELLER, V.V.; MARTINS, F.R.; SHEPHERD, G.J. Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 152, n.2, p.185-199, 2001.

SHARMA, S. **Applied multivariate techniques**. New York: John Wiley e Sons, 1996. 493 p.

SHEPHERD. G. J. **Fitopac 2.1** Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2006.

SHUTTLEWORTH, W.J.; GASH, J.H.C.; LLOYD, C.R.; MOORE, C.J.; ROBERTS, J.M.; MARQUES FILHO, A.O.; FISCH, G.; SILVA FILHO, V.P.; RIBEIRO, M.N.G.; MOLION, L.C.B.; SÁ, L.D.A.; NOBRE, C.A.; CABRAL, O.M.R.; PATEL, S.R.; MORAES, J.C. Observations of radiation exchange above and below Amazonian forest. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.110, n. 466, p.1163-1169, 1984.

SILVA, D. W. **Florística e Fitossociologia de dois remanescentes de Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e Análise de duas populações de Araucaria angustifolia (Bertol.) O. Kuntze na região de Guarapuava, Pr.** 160f. Tese (Doutorado em Ecologia) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

SILVA, I. C. **Sistemas Agroflorestais: Conceitos e métodos** – Itabuna: Editora SBSAF, 308 p. 2013.

SONEGO, R. C.; BACKES, A.; SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta botânica Brasílica**, Belo Horizonte. v. 21, n. 4, p. 943-955, 2007.

SOUZA, A. L.; FERREIRA, R. L. C.; XAVIER, A. **Análise de Agrupamento aplicada à ciência florestal**, Viçosa, MG: SIF, 1997. 109p.

SOUZA, J. S.; ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; BOTEZELLI, L.. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecidual às margens do rio Capivari, Lavras – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 185-206, 2003.

TAIZ L.; ZIEGER, E., **Fisiologia Vegetal**, Editora Artm, 918 p.493-517 e 753, 2013.

TER BRAAK, C. J. F. **CANOCO**: A FORTRAN program for canonical correspondence analysis and detrended correspondence analysis. IWIS-TNO, Wageningen, The Netherlands. 1985.

TER BRAAK, C. J. F.; LOOMAN, C. W. N. In press: Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model. **Vegetatio** v. 65: p.3-11. 1986.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**. v. 67(5). p. 1.167-1.179. 1986.

TER BRAAK, C.J.F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. In: **Theory and models in vegetation science**. Springer Netherlands, 1987. p. 69-77.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. da; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Bras. Ci. Solo**, v. 22, p.573-581, 1998.

UBIALLI, J. **Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos e estimativas de estoque de uma Floresta Ecotonal no norte matogrossense**. 241f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

VALERI, S. V. **Manejo e recuperação florestal**: legislação, uso da água e sistemas agroflorestais. Jaboticabal: Funep, 180 p. 2003.

VICINI, L. **Análise Multivariada da teoria à prática. Monografias** (Especialização) Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 215 p

WATZLAWICK, L. F.; ALBUQUERQUE, J. M. de; REDIN, C. G.; LONGHI, R. V.; LONGHI, S. J. Estrutura, diversidade e distribuição espacial da vegetação arbórea na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, Rebouças (PR). **Revista Ambiência**, Guarapuava, v. 7, p. 415-427, 2011.